

JUKNIS LITKAJI NASIONAL TANAMAN PANGAN

(1). PTT Padi Sawah Irigasi

(2). Pemuliaan Partisipatif
Tanaman Padi

(3). Pemuliaan Partisipatif
Tanaman Jagung

(4). Pemuliaan Partisipatif
Tanaman Kacang-kacangan



(5). *Omission Plot* sebagai Dasar
Pemupukan P dan K
pada Tanaman Padi

aan
Timur

58.7)



BALAI PENGKAJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
DEPARTEMEN PERTANIAN

2003

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
1. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi	1
2. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Padi	28
3. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Jagung	46
4. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Kacang-Kacangan	61
5. <i>Omission Plot</i> sebagai Dasar Pemupukan P dan K pada Tanaman Padi	84

1. Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah Irigasi

PENDAHULUAN

Laju peningkatan produktivitas padi sawah dalam beberapa tahun terakhir cenderung melandai. Pendekatan sistem intensifikasi yang selama ini diterapkan tidak lagi mampu meningkatkan produksi dan produktivitas padi secara nyata. Penggunaan input yang makin tinggi untuk mempertahankan produktivitas tetap tinggi ternyata telah menurunkan efisiensi sistem produksi padi.

Penyebab pelandaian produktivitas padi sawah antara lain adalah ketidak-terpaduan pengelolaan lahan dan kurangnya perhatian terhadap upaya pelestarian lahan dan lingkungan. Di satu sisi, eksploitasi lahan sawah secara intensif dan terus menerus telah berlangsung selama bertahun-tahun sehingga berdampak terhadap penurunan tingkat kesuburan dan sifat fisik tanah. Di sisi lain, terabaikannya penggunaan bahan organik dan intensifnya pemberian pupuk kimia untuk mengejar hasil tinggi telah menurunkan kandungan bahan organik di tanah. Akibat lebih lanjut dari kondisi ini adalah menurunnya kemampuan tanah menyimpan dan melepaskan hara dan air bagi tanaman, sehingga mengurangi efisiensi penggunaan pupuk dan air irigasi.

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pupuk dengan takaran tinggi dalam jangka waktu lama tanpa mempertimbangkan kebutuhan tanaman dan ketersediaan hara dalam tanah adalah: (a) tertimbunnya hara (umumnya P) yang berasal dari pupuk di dalam tanah, (b) terkurasnya hara mikro pada tanah yang tidak pernah diberi pupuk mikro, (c) terganggunya keseimbangan hara dalam tanaman, (d) tanaman lebih peka terhadap serangan hama dan penyakit, (e) terganggunya perkembangbiakan jasad renik yang menguntungkan dalam tanah, dan bahkan (f) tercemarnya air minum manusia dan ternak oleh unsur nitrat-nitrit yang berasal dari residu pupuk N.

Dalam upaya peningkatan produksi padi telah dikembangkan berbagai komponen pengelolaan tanaman terpadu seperti pengendalian hama terpadu (*Integrated Pest Management*), pengelolaan hara terpadu (*Integrated Nutrition Management*), pengelolaan air terpadu (*Integrated Water Management*), dan pengelolaan gulma terpadu (*Integrated Weed Management*), tetapi hasilnya belum optimal karena penerapannya di lapang masih terpisah-pisah (parsial). Untuk mengatasi masalah ini, Puslitbang Tanaman Pangan mengembangkan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yang merupakan inovasi hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Padi. Sebelum dikembangkan melalui kegiatan percontohan Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T), model PTT telah diujicoba dalam program jaringan penelitian dan pengkajian (Litkaji) selama 3 tahun di 16 desa di 8 provinsi dengan hasil yang meyakinkan.

Tujuan utama pengembangan model PTT adalah: (1) meningkatkan produktivitas, (2) meningkatkan keuntungan usahatani melalui efisiensi input, dan (3) melestarikan sumber daya untuk keberlanjutan sistem produksi padi sawah.

Dalam pengembangannya, model PTT mengintegrasikan berbagai komponen teknologi yang saling bersinergi, sehingga diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih nyata dengan tingkat efisiensi produksi yang tinggi. Aspek keterpaduan dalam pengembangan PTT tidak hanya terbatas pada tanaman, sumber daya produksi, dan teknologi, tetapi juga mencakup keterpaduan institusi, program, disiplin ilmu pengetahuan, serta analisis dan interpretasi.

Pendekatan partisipatif dalam penerapan model PTT merupakan suatu keharusan. Keterkaitan antara institusi seperti lembaga penelitian, penyuluhan, kelompok tani, dan sebagainya merupakan persyaratan dalam penerapan model PTT. Kerja sama antara peneliti, penyuluh, dan petani dapat diwujudkan dalam bentuk diskusi, pengamatan bersama, evaluasi, konsultasi, penyediaan informasi maupun bantuan teknis. Bagaimanapun, PTT tidak akan memberikan hasil yang diharapkan tanpa adanya partisipasi aktif petani dan semua pihak yang terkait dengan pengembangan usahatani padi di lahan sawah irigasi.

KONSEP DAN PENDEKATAN

Model PTT mengacu kepada keterpaduan teknologi dan sumber daya setempat yang dapat menghasilkan efek sinergis sebagai wahana pengelolaan tanaman dan sumber daya spesifik lokasi. Sasaran akhir dari pengembangan model PTT adalah peningkatan produksi padi dan pendapatan petani.

Pada dasarnya model PTT bukan merupakan paket teknologi yang tetap, tetapi lebih merupakan pendekatan usahatani yang dinamis. Dalam implementasinya, model PTT memprioritaskan pemecahan masalah setempat (petani dan lahan), optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal, pemanfaatan sinergisme dan efek berantai dari komponen produksi, efisiensi penggunaan input, pemeliharaan dan peningkatan kesuburan tanah, serta partisipasi petani dan kerja sama antarinstansi.

Pemecahan Masalah Prioritas

Model PTT mengutamakan upaya pemecahan masalah prioritas setempat, karena dampaknya akan langsung dirasakan petani. Dalam budi daya padi sawah, petani dihadapkan kepada berbagai masalah, baik dalam hal kebijakan maupun teknis. Pemecahan masalah kebijakan diupayakan melalui penyampaian saran perbaikan atau strategi kepada pihak berwenang, sedangkan masalah teknis budi daya dipecahkan melalui penerapan teknologi yang sudah ada secara optimal, atau mengadaptasikan beberapa alternatif teknologi.

Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya

Sumber daya yang tersedia di lokasi setempat perlu dimanfaatkan seoptimal mungkin. Sumber daya tersebut dapat berupa:

1. Bahan organik (pupuk hijau, pupuk kandang, jerami sisa panen).
2. Air irigasi, air sungai, air waduk, dan air hujan sebagai sumber pengairan tanaman.
3. Tenaga kerja dan kelembagaan.

Dalam penerapan teknologi juga perlu dipertimbangkan kemampuan petani. Penerapan komponen teknologi dapat dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan.

Sinergisme dan Efek Berantai Komponen Produksi

Dalam model PTT, efek sinergisme antarkomponen produksi perlu digali dan dikembangkan agar diperoleh manfaat yang lebih besar. Beberapa komponen produksi yang memiliki efek sinergis antara lain adalah:

- (a) Pengolahan tanah secara sempurna yang dikombinasikan dengan pengairan berselang (*intermittent*) memberikan ruang yang kondusif bagi pertumbuhan dan distribusi akar tanaman padi, sehingga dapat menyerap hara dan air pada lapisan tanah lebih dalam. Dampak selanjutnya, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, tanaman lebih sehat, tahan rebah, dan toleran kekeringan.
- (b) Dengan pengairan berselang akan terjadi pengeringan lahan sesaat. Kondisi ini dapat mengurangi akumulasi gas beracun dalam tanah.
- (c) Pengendalian gulma secara mekanis bukan hanya bertujuan untuk membebaskan lahan dari gulma, tetapi juga untuk memperbaiki aerasi tanah, merangsang pertumbuhan akar tanaman padi, dan mengembalikan bahan organik ke dalam tanah.
- (d) Sinergisme lainnya dapat terjadi pada interaksi bibit muda dengan teknik irigasi berselang (*intermittent*) dan bahan organik dengan pemberian pupuk.
- (e) Pengeringan lahan sawah dapat menekan perkembangan beberapa hama dan penyakit tanaman.

Efisiensi Penggunaan Input

Tidak efisiennya penggunaan input produksi, khususnya pada pertanaman padi di lahan sawah irigasi, mengurangi pendapatan petani. Efisiensi penggunaan input bertujuan untuk meningkatkan hasil, pendapatan petani, dan pelestarian lingkungan produksi. Oleh karena itu, setiap komponen teknologi yang digunakan dalam model PTT perlu dievaluasi apakah sudah tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat cara sesuai kondisi setempat.

Pemeliharaan dan Peningkatan Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah dapat dipelihara dan ditingkatkan dengan pemberian bahan organik yang tersedia di lokasi setempat, atau melalui pengaturan drainase dan irigasi untuk membuang zat-zat racun bagi tanaman, seperti besi, asam-asam organik, dan H_2S . Pengaturan pemberian pupuk dapat mencegah penurunan kesuburan tanah akibat pengurasan hara oleh tanaman secara berlebihan.

Partisipasi Petani

Model PTT dilakukan di lahan petani dan oleh petani. Oleh karena itu, keberhasilan pengembangan model PTT juga sangat bergantung kepada partisipasi petani. Untuk dapat berpartisipasi dalam usahatani, petani perlu didorong melalui berbagai pendekatan, di antaranya dengan mengembangkan teknologi yang sesuai dengan keinginan dan kemampuan mereka. Seperti diketahui, petani pada umumnya tidak memiliki cukup dana untuk mengelola usahatani.

Kerjasama Antarinstansi/Kelembagaan

Dalam pelaksanaan model PTT perlu dilibatkan berbagai instansi dan kelembagaan terkait, seperti perangkat desa, Dinas Pertanian, koperasi, pasar, dan

kelembagaan tani yang ada di daerah setempat dan sekitarnya. Cara ini akan mempertajam penilaian dan mempercepat upaya perbaikan model PTT pada tahap permulaan dan mempermudah pengembangan selanjutnya. Selain itu, dengan cara ini petani mendapat dukungan moral dan/atau kebijakan yang menguntungkan bagi mereka dalam mengelola usahatani. Kebijakan tataniaga, harga sarana produksi, dan hasil usahatani turut menentukan keberhasilan dan keberlanjutan penerapan teknologi.

TAHAPAN KEGIATAN PENGEMBANGAN

Sosialisasi dan Apresiasi

Sosialisasi dan apresiasi Pemahaman Pedesaan Secara Partisipatif (PPSP atau PRA) dan komponen teknologi yang telah dipersiapkan akan dilaksanakan di tingkat peneliti, penyuluh, dan petani, terutama yang terlibat langsung dalam pelaksanaan model PTT di lapang. Dalam kegiatan ini, petani diberi penjelasan tentang teknologi dan mendiskusikan aspek teknis dan nonteknis untuk memudahkan penerapannya. Dalam sosialisasi perlu diperjelas tugas dan kewajiban setiap individu, termasuk perjanjian dan peraturan, serta ditumbuhkan kekompakan dan rasa memiliki dari seluruh unsur yang terlibat. Implementasi dilakukan sesuai dengan prinsip dasar dan komponen utama pengembangan. Kerja sama yang baik dengan pemerintah daerah sangat diperlukan, termasuk dengan Dinas Pertanian, Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air atau Dinas Pengairan.

Wilayah Pengembangan

Terdapat tiga wilayah yang dipilih untuk pengembangan model PTT. **Pertama**, lahan sawah beririgasi teknis dengan hamparan luas dan tidak rawan banjir (lebih baik jika drainase mudah dikendalikan). **Kedua**, lahan sawah beririgasi yang tingkat produktivitasnya sudah cukup tinggi hingga sedang, namun mulai mengalami pelandaian produktivitas. **Ketiga**, di agroekosistem lahan sawah di mana kelompok tani yang ada telah sepakat untuk mengikuti ketentuan tentang penerapan teknologi pertanian tanaman padi.

Identifikasi wilayah (provinsi, kabupaten, kecamatan, dan desa contoh) dilakukan berdasarkan potensi lahan sawah irigasi dan indeks pertanaman (IP) padi. Areal pengembangan dan evaluasi model PTT ditetapkan setelah pelaksanaan PRA di desa contoh. Persepsi, motivasi, partisipasi petani dan petugas terkait sangat menentukan kelancaran implementasi di lapang.

Pemahaman Pedesaan Secara Partisipatif (PPSP/PRA)

Pelaksanaan PPSP/PRA meliputi identifikasi dan analisis agroekosistem (biofisik, sosial ekonomi, dan kelembagaan), serta analisis prioritas berdasarkan keinginan petani dan potensi wilayah operasional dalam rangka penetapan model PTT yang akan dikembangkan.

Penyusunan Rencana Kerja

Rencana kerja disusun untuk satu tahun dan memuat kegiatan teknis pertanaman di lapang serta kegiatan diskusi dan komunikasi berupa pertemuan/urun

rembuk, pembinaan dan lain-lain. Rencana kerja ini dibuat oleh petugas lapang bekerjasama dengan kelompok tani yang bersangkutan.

Pelatihan dan Pendampingan

Pelatihan diberikan kepada seluruh petugas lapang secara bertahap dan berantai. Peneliti dan teknisi lapang mendapat pelatihan tentang komponen teknologi dan pengelolaannya, antara lain pengelolaan hara terpadu, irigasi berkala, pemilihan benih sehat, persemaian untuk bibit sehat, pengelolaan hama dan penyakit terpadu, teknik sampling dan pengamatan, pengumpulan data, penyimpanan data/*database* dan sebagainya. Penyuluh dibekali dengan teknologi yang akan diterapkan, seperti cara penggunaan Bagan Warna Daun (BWD), penetapan takaran pupuk, diagnosis hara, hama, penyakit, dan sebagainya. Melalui pelatihan pula, teknologi tersebut selanjutnya disampaikan oleh penyuluh dan peneliti/teknisi kepada petani. Melalui pelatihan ini, penyuluh maupun petani peserta diharapkan dapat memberi masukan tentang cara penanggulangan berbagai kendala yang telah mereka alami (*indigenous knowledge*) di lapang.

Sebagai tenaga pendamping petani dalam menerapkan teknologi di lapang, adalah peneliti dan penyuluh. Peneliti disarankan untuk lebih banyak memahami keinginan petani, cara mereka dalam pengambilan keputusan, terutama yang berkaitan dengan komponen teknologi. Peneliti juga diharapkan dapat menggali masukan dan saran dari kelompok tani. Cara ini dapat membantu petani dalam menerapkan teknologi yang sesuai dengan keinginan mereka.

Implementasi Kegiatan

Pengembangan model PTT dilakukan selama 3 tahun di sentra produksi padi di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, dan Sulawesi. Kabupaten dan kecamatan yang dipilih di tiap provinsi adalah yang memiliki hamparan sawah irigasi yang luas (>100 ha), dengan melibatkan 200-400 petani peserta. Komponen teknologi yang digunakan mengacu pada prinsip dasar PTT dan hasil PRA yang telah dilakukan sebelumnya. Pada setiap musim dilakukan evaluasi. Berdasarkan hasil evaluasi dapat dilakukan modifikasi komponen teknologi, sesuai dengan keinginan petani. Modifikasi komponen teknologi juga dapat dilakukan jika ada teknologi baru atau berdasarkan hasil percobaan *superimpose* setempat.

Dari hasil PRA teridentifikasi sumber daya (biofisik dan sosial ekonomi), kendala produksi, dan masalah prioritas yang dihadapi petani di lokasi. Selanjutnya ditentukan komponen teknologi yang akan diterapkan, dalam konteks PTT. Dalam pendekatan partisipatif, petani peserta merupakan mitra sejajar peneliti dan penyuluh. Karena itu, mereka harus dilibatkan secara langsung dan ikut menentukan komponen teknologi yang akan diterapkan, sebagaimana halnya pendekatan partisipatif yang dilakukan selama PRA.

Temu Lapang

Temu lapang dilaksanakan pada saat tanaman menjelang panen di semua kabupaten yang terlibat dalam kegiatan PTT. Kelompok tani pelaksana (peserta) dan petani sekitarnya (nonpeserta) berdiskusi bersama dengan penyuluh, pejabat Pemerintah Daerah, dan peneliti. Dalam temu lapang diharapkan diperoleh penilaian

terhadap teknologi dan pendekatan PTT, permasalahan yang dihadapi, dan peluang perbaikannya. Masukan dari temu lapang dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan model PTT pada musim berikutnya.

Monitoring dan Evaluasi

Monitoring pelaksanaan PTT dilakukan dua kali per musim tanam di semua lokasi, yaitu pada awal pertanaman (fase vegetatif awal) menjelang panen dan sesudah panen. Untuk itu, 1-2 orang dari Tim Monitoring ditugasi untuk mengecek ketepatan pelaksanaan (pemilihan lokasi, pemilihan perlakuan/teknologi, metode pengamatan dan sampling, pencatatan, dan perencanaan kegiatan teknis) dan keterpaduan antarpemilisi-petani-penyuluh. Monitoring awal dimaksudkan agar apabila terjadi kesalahan atau penyimpangan dalam pelaksanaannya dapat segera diatasi. Monitoring akhir dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran tentang penampilan tanaman dan teknologi yang dikembangkan, serta mendapatkan umpan balik dari petani dan penyuluh.

Evaluasi dimaksudkan untuk memberikan catatan khusus terhadap pelaksanaan model PTT, sehingga keberhasilan ataupun kegagalan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penyusunan program selanjutnya. Pertemuan dan diskusi dilakukan secara berkala di lokasi pengembangan. Diskusi melibatkan peneliti, penyuluh, petani, perangkat desa dan petugas pengairan, untuk membahas kemungkinan perlunya perbaikan operasional pengembangan di lapang. Komponen teknologi yang dikembangkan dalam model PTT tidak bersifat statis tetapi dinamis, sehingga dapat mengalami perbaikan dari waktu ke waktu.

Pada tahap awal pengembangan PTT di lapang, peneliti dan penyuluh harus aktif memonitor dan mengawasi pertanaman, sementara berusaha meningkatkan partisipasi petani, khususnya petani peserta. Pada tahap akhir, petani peserta diharapkan lebih berperan dalam pengembangan dan evaluasi PTT, sehingga pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan oleh komunitas petani sendiri (supervisi dari peneliti dan penyuluh). Cara ini dinamakan pengembangan teknologi partisipasi petani, yang akhir-akhir ini dipercaya sebagai salah satu jalan menuju sistem produksi pertanian berkelanjutan.

Pengembangan dan Diseminasi Teknologi

Pengembangan PTT yang dilengkapi dengan panduan teknologi dan dilaksanakan bersama petani-penyuluh (partisipatif) diharapkan dapat mempercepat proses diseminasi teknologi ke petani lainnya. Oleh karena itu, teknik penyajian panduan disesuaikan dengan kebutuhan petani atau penyuluh, dan diperbaiki berdasarkan masukan dari semua pihak, terutama petani. Panduan tersebut digandakan secara bertahap, sesuai kebutuhan.

Studi Dampak

Dampak penerapan PTT dikaji dari aspek sosial-ekonomi petani (pendapatan, tenaga kerja), luas penerapan, kesuburan tanah dan lingkungan (hama dan penyakit), setiap 2 tahun. Untuk mengetahui dampak penerapan PTT dilakukan pula wawancara dan diskusi dengan petani dan penyuluh setempat serta aparat Pemerintah Daerah dan Pusat.

Di satu sisi, peningkatan produktivitas akan berdampak langsung terhadap peningkatan pendapatan. Di sisi lain, peningkatan pendapatan petani akan berimplikasi terhadap peningkatan kesejahteraan petani.

Secara umum, peningkatan kuantitas dan kualitas sumber daya petani dalam pengembangan PTT adalah dampak yang transparan. Dampak lainnya yang diharapkan adalah meningkatnya partisipasi petani dalam berusahatani. Kegiatan percontohan PTT diharapkan menjadi cikal-bakal bagi *participatory technology development* dan bertunas berakar pada komunitas petani, setidaknya bagi petani yang terlibat langsung dalam pengembangan PTT.

Informasi tentang komponen usahatani terakhir, khususnya pada petani peserta, merupakan informasi awal yang diperlukan bagi studi dampak PTT. Menjelang implementasi PTT di lapang, data ini harus sudah terkumpul khususnya pada petani peserta, berupa:

1. Contoh tanah untuk mendapatkan data biologi, fisik, dan kimia tanah, komposit sampel diambil pada kedalaman 0-25 dan 25-50 cm.
2. Contoh tanaman untuk mendapatkan data usahatani padi yang meliputi input produksi, organisme pengganggu tanaman (OPT), komponen hasil, dan hasil.
3. Profil sosial ekonomi petani, termasuk keterkaitan antarinstansi.

PELAKSANAAN PPSP/PRA, PENYUSUNAN STRATEGI, DAN PAKET TEKNOLOGI

Setelah calon lokasi pengembangan PTT terpilih berdasarkan kriteria sawah beririgasi teknis, produktivitas tinggi-sedang, hamparan >100 ha dan IP Padi >200, maka dilakukan survei dengan metode Pemahaman Pedesaan Secara Partisipatif (PPSP) atau *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Tujuan utama survei ini adalah untuk mengetahui kondisi agroekosistem wilayah, sosial ekonomi petani dan masyarakat pedesaan, kelembagaan, biofisik wilayah, kendala prioritas yang dihadapi petani, keinginan dan kemampuan petani dalam berusahatani padi, peluang peningkatan produksi dan pendapatan petani melalui peningkatan efisiensi penggunaan input, pemecahan masalah/kendala prioritas, maupun penerapan teknologi baru. Tahapan pelaksanaan survei dengan metode PPSP adalah sebagai berikut:

1. Membentuk tim multidisiplin, dengan penjelasan tugas masing-masing.
2. Menghubungi aparat desa setempat (Kepala Desa atau wakilnya) untuk menjelaskan maksud pelaksanaan PPSP.
3. Pada hari yang sama dikumpulkan data sekunder, peta desa dan informasi lainnya, menetapkan jumlah kelompok tani yang akan terlibat dalam PPSP, dan menetapkan waktu pelaksanaannya.
4. Pada hari pertama pelaksanaan, setelah ketua tim memberi penjelasan tata cara PPSP kepada seluruh peserta (petani, penyuluh, peneliti, aparat daerah), dilakukan jalan keliling desa sambil mengamati, mencatat, dan membuat peta keadaan sosial ekonomi dan biofisik wilayah, seperti pertanaman (padi dan tanaman lainnya), peternakan, usaha pertanian lainnya, kondisi jalan desa,

- infrastruktur, jalan, pasar, saluran irigasi dan sebagainya, sambil berdiskusi untuk mendapatkan penjelasan dan informasi penting.
5. Pada siang harinya, setelah melakukan transek (setelah makan/istirahat siang), dilakukan pengumpulan masalah yang dihadapi petani sebanyak-banyaknya.
 6. Setelah semua masalah terkumpul, selanjutnya dilakukan penjelasan dan penggabungan masalah yang serupa.
 7. Skoring dilakukan untuk setiap masalah, yaitu dengan memberikan nilai 1-10 (dari tidak bermasalah hingga sangat bermasalah atau dari tidak penting menjadi sangat penting). Penetapan nilai ini perlu dimengerti oleh semua peserta (petani, penyuluh dan aparat desa) sebelum melakukan skoring. Skoring diberikan berdasarkan tiga kriteria, yaitu luas serangan/kendala, keparahan serangan/kendala bila terjadi, dan frekuensi kejadian. Selanjutnya, total nilai dihitung per masalah, lalu diranking. Total nilai tertinggi merupakan prioritas pertama, dan seterusnya, hingga peringkat terakhir.
 8. Setelah pelaksanaan PRA, dibuat laporan lengkap PRA, dengan hasil utamanya adalah karakteristik wilayah, petani dan warga desa, cara budi daya, kendala prioritas dan saran pemecahannya, baik cara petani maupun cara peneliti.
 9. Dari karakteristik tersebut ditentukan domain-domain (lokasi spesifik, bila ada) sebagai unit untuk menerima "paket" yang sama, sedangkan dari masalah prioritas akan dikelompokkan menjadi:
 - Masalah yang siap dipecahkan dengan teknologi yang sudah ada dan mantap. Untuk itu dilakukan latihan bagi petani dan penyuluh agar dapat menerapkan teknologi tersebut secara luas.
 - Masalah yang sudah tersedia teknologi pemecahannya dan bahkan ada peluang untuk meningkatkan produksi dan efisiensi tetapi belum banyak diketahui petani, akan dilakukan pengujian teknologi secara terbatas.
 10. Pada setiap wilayah diterapkan teknologi yang dapat memecahkan masalah spesifik lokasi, efisien, dan berpotensi meningkatkan produksi.

TEKNOLOGI BUDI DAYA, PANEN, DAN PASCAPANEN

Pengelolaan tanaman bertujuan untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik (akar dan bagian atas tanaman) dan hasil yang tinggi. Untuk itu diperlukan teknologi yang sesuai. Dalam model PTT, teknologi yang diterapkan dipilah menjadi dua, yaitu:

- 1) Teknologi utama (*compulsory*), yaitu teknologi yang paling bersinergi dan penciri utama model PTT, yang terdiri atas: (a) bibit muda (<15 hari setelah semai, HSS) yang ditanam dalam jumlah terbatas (jika memungkinkan cukup satu batang per rumpun); (b) bahan organik/pupuk kandang; (c) irigasi berselang (*intermitten*); (d) bagan warna daun untuk menentukan ketepatan aplikasi pupuk N; dan (e) pendekatan SSNM (*site spesific nutrient management*), baik dengan analisis tanah ataupun *omission plot*.
- 2) Teknologi *suplement* atau komponen teknologi budi daya lainnya yang juga sangat menentukan produktivitas tanaman, namun tidak termasuk ke dalam

teknologi *compulsory*, seperti pemilihan varietas populer, *seed treatment*, cara pengolahan tanah, cara tanam, pengendalian hama terpadu, pengendalian gulma, teknologi panen, dll.

Teknologi budi daya padi dalam model PTT meliputi pembuatan kompos, pengolahan tanah, pemilihan varietas, penyiapan benih sehat, tanam benih langsung, persemaian benih untuk tanam pindah, penanaman bibit muda, tanam jajar legowo, pemberian bahan organik, pemberian pupuk, pengendalian gulma, pengelolaan air, dan pengendalian hama dan penyakit.

Pembuatan Kompos

Kompos Jerami

Jerami yang akan digunakan untuk bahan kompos dicelupkan atau diperciki larutan Urea 10%, kemudian dihamparkan di atas lantai/tanah hingga ketinggian 30 cm. Setelah itu, jerami dilapisi dengan kotoran ayam, kotoran sapi atau kotoran domba, dan cara ini dilakukan hingga tumpukan jerami mencapai ketinggian 1,80 m. Bagian atas jerami ditutup plastik yang berfungsi untuk membantu menahan panas. Setelah 2 minggu, jerami dibalik, kemudian tumpukan jerami ditutup kembali sekitar 1 bulan, setelah itu jerami sudah menjadi kompos.

Kompos Kotoran Ternak (Pupuk Kandang)

Bahan yang digunakan terdiri atas: (1) kotoran sapi dengan proporsi minimal 40%; (2) kotoran ayam maksimal 25%; (3) serbuk gergaji kayu 5% (bukan jati dan kelapa); (4) abu 10%; (5) kapur calcit 2%; dan (6) Stardec 0,25%. Bahan-bahan ini dicampur secara merata sebelum proses pembuatan kompos dimulai. Setelah bahan tercampur, tumpukan bahan disisir sambil ditaburi Stardec secara merata. Pada hari ke-7 kompos dicampur dan dibalik. Hal yang sama dilakukan pada hari ke-14, ke-21, dan ke-28. Setelah 4-5 minggu kemudian, kompos diperkirakan sudah siap digunakan sebagai kompos dengan ciri: warna hitam kecoklatan, struktur remah, dan tidak bau.

Teknologi kompos ini bersinergi dan kompatibel dengan Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT). Di satu sisi, jerami padi digunakan sebagai pakan utama sapi. Di sisi lain, kotoran sapi menjadi bahan baku utama kompos untuk diaplikasikan ke lahan sawah.

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah (hingga berlumpur dan rata) dimaksudkan untuk menyediakan media pertumbuhan yang baik bagi tanaman padi dan untuk mematikan gulma. Pengolahan tanah yang sempurna dicirikan oleh perbandingan lumpur dan air 1: 1.

Pengolahan tanah dapat dilakukan dengan traktor atau ternak, menggunakan bajak singkal hingga kedalaman olah 20 cm atau lebih, pada saat tanah mulai jenuh air dan tidak perlu menunggu air tergenang.

Pembajakan tanah dilakukan dua kali. Setelah pembajakan I, sawah digenang selama 7-15 hari, kemudian dilakukan pembajakan II, diikuti penggaruan/pengglebekan untuk meratakan dan pelumpuran. Untuk lahan sawah

yang lapisan olahannya dalam, pengolahan tanah cukup dilakukan dengan pengglebkan/penggaruan tanpa pembajakan, terutama pada musim kemarau (setelah panen MH).

Pupuk organik jerami atau pupuk kandang sebanyak 2 t/ha diberikan pada saat pengolahan tanah kedua, yang diharapkan dapat tercampur merata.

Untuk mempermudah pengaturan air dibuat caren tengah dan caren keliling. Caren adalah saluran air untuk pengairan dan drainase. Jika penanaman dilakukan dengan cara tanam benih langsung (Tabela) maka perlu dibuat saluran kemalir dengan jarak 4-6 m untuk membantu drainase pada saat menyebar benih.

Pemilihan Varietas

Varietas padi yang digunakan adalah varietas unggul yang telah dilepas, berdaya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, serta sesuai dengan keinginan petani. Dalam pemilihan varietas perlu dipertimbangkan hal-hal berikut:

1. Pergiliran varietas pada pola tanam padi-padi-palawija untuk mencegah ledakan hama dan penyakit tertentu.
2. Pada musim hujan (MH) dipilih varietas tahan wereng dan tahan penyakit. Sedangkan pada musim kemarau (MK) dipilih varietas toleran kekeringan dan kurang atau tidak disukai hama penggerek.
3. Untuk daerah endemis tungro, terutama pada MH, gunakan varietas Membramo, Tukad Balian, Tukad Unda, Tukad Petanu, Kalimas, dan Bondoyudo. Untuk daerah endemis penyakit hawar daun bakteri gunakan varietas Widas, dan untuk daerah endemis wereng coklat gunakan varietas Membramo atau Way Apo Buru.
4. Untuk mendapatkan produktivitas maksimum, terutama di daerah yang memiliki produktivitas sudah cukup tinggi dan petaninya sudah cukup maju, responsif, dan apresiatif terhadap teknologi, sangat dianjurkan menggunakan padi Hibrida dan Padi Tipe Baru dengan pendekatan PTT.

Penyiapan Benih Sehat

1. Untuk menentukan kualitas benih dapat dilakukan dengan cara membenamkan ke dalam larutan air garam 3%, atau larutan ZA dengan perbandingan 1 kg pupuk ZA untuk 2,7 liter air, atau larutan air debu. Benih yang akan ditanam adalah benih yang tenggelam dalam air larutan.
2. Jumlah benih yang diperlukan dalam kegiatan PTT cukup 8-10 kg/ha, sedangkan pada pertanaman biasa mencapai 25-30 kg/ha.
3. Untuk daerah endemis hama penggerek batang gunakan perlakuan benih (*seed treatment*) menggunakan insektisida yang dianjurkan. Perlakuan benih bertujuan untuk mencegah hama pada stadia awal perkecambahan, merangsang pertumbuhan akar, menekan tingkat kehilangan hasil, memelihara dan memperbaiki kualitas benih.

Tanam Benih Langsung

Benih berkualitas atau benih sehat dapat ditanam secara sebar langsung (Tabela). Pada lahan sawah yang memungkinkan bagi penerapan teknologi Tabela Sebar atau Sebar Dalam Baris, tanah cukup diolah minimal tetapi rata. Jumlah benih yang digunakan berkisar 25-30 kg/ha, dengan daya tumbuh > 90%. Pengaturan tanam

benih dalam baris bisa dengan jarak antarbaris yang sama (20 atau 25 cm), atau jarak baris legowo 2:1 atau 4:1 atau jarak baris legowo lainnya yang biasa dipraktikkan oleh petani setempat.

Persemaian Benih untuk Tanam Pindah

Luas persemaian adalah 4% dari luas pertanaman (250 m²/ha lahan), dengan jumlah benih 8-10 kg/ha. Persemaian tidak boleh tergenang tetapi cukup basah, terletak di tempat yang aman dari serangan tikus, mudah dikontrol, dan jauh dari sumber cahaya di malam hari agar bibit terhindar dari serangan hama.

Lahan persemaian dipupuk dengan Urea sebanyak 10% dari total Urea yang akan digunakan untuk pertanaman. Selain itu, lahan persemaian perlu diberi kompos yang dicampur sekam dan atau serbuk gergaji kayu dengan total campuran sebanyak 2-4 kg/m² agar bibit mudah dicabut, terutama untuk penggunaan bibit muda.

Penanaman Bibit Muda

Penanaman bibit muda (umur 10-15 hari) memungkinkan bagi tanaman untuk tumbuh lebih baik dengan jumlah anakan cenderung lebih banyak. Perakaran bibit berumur <15 hari lebih cepat beradaptasi dan lebih cepat pulih dari stres akibat dipindahkan dari persemaian ke lahan pertanaman, apalagi jika pada kondisi tanah macak-macak dengan irigasi berselang dan diberi pupuk organik.

Penanaman bibit muda dilakukan secara caplak (sistem tegel) dengan jarak tanam 25 x 25 cm atau 20 x 20 cm. Di daerah tertentu, penanaman dengan sistem legowo juga dapat dianjurkan.

Bibit ditanam 1 batang/rumpun (maksimum 3 batang/rumpun) agar dapat tumbuh dan berkembang lebih baik, perakaran lebih intensif, anakan lebih banyak. Bibit muda memiliki kemampuan beradaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan bibit tua (umur 20 hari).

Tanam Jajar Legowo

Dalam penanaman dengan pola jajar legowo terdapat dua atau lebih (biasanya empat) baris tanaman padi dan diselingi oleh satu baris yang sengaja dikosongkan. Satu unit legowo terdiri atas dua atau lebih baris tanaman dan satu baris yang kosong. Bila terdapat dua baris tanam per unit legowo maka disebut legowo 2:1, kalau tiga baris tanam per unit legowo disebut legowo 3:1, dan seterusnya.

Tanam jajar legowo dianjurkan penerapannya terutama di daerah yang banyak hama dan penyakit, atau pada lahan sawah yang keracunan besi. Jarak tanam pada dua baris terpinggir pada tiap unit legowo biasanya (aslinya) lebih rapat daripada baris yang di tengah (setengah jarak tanam baris yang di tengah). Hal ini bertujuan untuk mengkompensasi populasi tanaman pada baris yang dikosongkan. Pada baris yang kosong, di antara unit legowo, dapat dibuat parit dangkal. Parit dapat berfungsi untuk mengumpulkan keong mas, menekan tingkat keracunan besi pada tanaman padi, atau untuk pemeliharaan ikan kecil.

Pemberian Bahan Organik

Jumlah bahan organik yang digunakan bergantung pada ketersediaan, jenis, jumlah, dan harganya. Usahakan agar jerami dikembalikan ke lahan sawah, dengan cara ditanam atau diolah menjadi kompos, atau dijadikan pakan ternak (sapi) yang kemudian kotorannya diproses menjadi kompos kotoran sapi. Untuk 1 ha lahan diperlukan 2 ton kompos kotoran ternak, diaplikasikan setiap musim kalau kompos tersedia dengan harga murah (lihat Panduan Teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak). Bila tidak cukup tersedia atau harganya mahal maka aplikasi kompos kotoran sapi disesuaikan dengan kemampuan, dapat kurang dari 2 t/ha/musim.

Petani dianjurkan membuat sendiri kompos campuran jerami padi, bahan hijauan, kotoran ternak, dan serbuk kayu. Pupuk bokhasi dapat digunakan sebagai pengganti kompos apabila mudah didapat dan harganya terjangkau.

Pemberian Pupuk

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penetapan kebutuhan pupuk bagi tanaman padi adalah: (a) kebutuhan hara tanaman; (b) ketersediaan hara dalam tanah; (c) pH tanah; dan (d) adanya sumber hara lain terutama K dan N dari bahan organik, air irigasi dan sebagainya. Bila sumber hara lain tersebut dapat diketahui jumlahnya, maka takaran pupuk perlu dikurangi atau ditambah sesuai kebutuhan (dosis).

Nitrogen

Petani umumnya lebih menyukai pupuk N karena pemberiannya menyebabkan: (a) warna daun tanaman cepat hijau, (b) tinggi tanaman dan jumlah anakan cepat bertambah sehingga cepat 'menutup' tanah, (c) hasil meningkat atau taksiran harga jual gabah pada sistem tebasan/borongon meningkat.

Besarnya tanggap tanaman padi terhadap pupuk N selain karena hara N banyak diperlukan tanaman juga ketersediaannya hampir selalu kurang di tanah. Oleh karena itu, petani cenderung menggunakan pupuk Urea (N) secara berlebihan. Pemberian N yang berlebihan dapat menyebabkan: (a) biaya produksi meningkat, (b) tanaman peka terhadap hama dan penyakit, (c) tanaman mudah rebah, (d) perkembangan gulma cepat, (e) terjadinya pencemaran lingkungan oleh nitrat, nitrit, dan emisi gas N_2O .

Optimalisasi penggunaan pupuk N (urea) dalam PTT dapat dilakukan antara lain dengan penggunaan Bagan Warna Daun (BWD). BWD adalah alat sederhana (bagan) untuk mengukur warna daun padi. Alat ini terdiri atas komponen warna yang menyerupai warna daun padi yang dibedakan ke dalam enam skala warna (skala 1 sampai 6). Masing-masing skala dicirikan oleh warna yang mencerminkan tingkat kehijauan daun atau status hara N tanaman padi. Skala 1 (kuning) mencerminkan tanaman sangat kekurangan N, sedangkan skala 6 (hijau tua) menggambarkan tanaman sangat kelebihan N. Dengan menggunakan BWD dapat diketahui kapan tanaman padi harus diberi pupuk N dan jumlah pupuk yang diberikan. Keberhasilan penggunaan BWD juga ditentukan oleh:

1. Operator yang terlatih.
2. Jenis varietas padi (warna daun normal, dapat berbeda antarvarietas).
3. Fase pertumbuhan tanaman.
4. Intensitas serangan hama dan penyakit.
5. Status hara lainnya dalam tanaman, khususnya P.
6. Saat pembacaan skala warna, daun harus terlindung sinar matahari langsung, yaitu dengan cara membelakangi arah datangnya sinar matahari.

Fosfat

Takaran pupuk fosfat (P) ditetapkan berdasarkan hasil analisis tanah dengan metode HCl 25%. Hara P yang diperlukan tanaman padi relatif sedikit, sekitar 10% dari jumlah hara N atau K. Namun demikian, ketersediaan hara P di tanah bergantung pada berbagai faktor seperti pH tanah, kandungan Fe, Al, dan Ca tanah, tekstur, senyawa-senyawa organik, mikroorganisme dalam tanah, dan yang sangat penting adalah kondisi tanaman, terutama perakarannya. Oleh karena itu, takaran pupuk P didasarkan pada status hara total P tanah.

Saat ini telah tersedia peta status hara P tanah untuk sebagian besar lahan sawah di Indonesia. Berdasarkan status hara tanah, takaran pupuk P yang diperlukan bagi tanaman padi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Acuan pemberian pupuk P untuk tanaman padi sawah berdasarkan status hara P tanah

Status hara P tanah	Kadar P ₂ O ₅ (ekstrak HCl 25%), mg/100 g tanah	Takaran P (kg SP36/ha/musim)
Rendah	<20	125
Sedang	20-40	75
Tinggi	>40	50*

* Dapat diberikan satu kali untuk dua musim tanam

Kalium

Tanaman padi memerlukan banyak hara K. Ketersediaan dan sumber hara K di alam umumnya berlimpah. Selain dari mineral tanah, hara K juga dapat bersumber dari air irigasi, jerami padi, dan bahan organik lainnya. Oleh karena itu, tanaman padi kurang tanggap terhadap pemberian pupuk K, kecuali di lokasi sebagai berikut:

- Lahan kahat K ($K_{dd} < 0.1$ me/100 g).
- Terjadi pencucian hara secara intensif (tanah bertekstur pasir).
- Tanah seringkali mengalami kekeringan dan berkadar liat tinggi tipe 2:1.
- Jerami selalu diangkut ke luar lahan.
- Tanah berkadar besi tinggi.
- Daerah endemik penyakit, terutama blas.

Untuk memudahkan penentuan kebutuhan pupuk K bagi tanaman padi, takaran pupuk ditetapkan berdasarkan hasil analisis tanah atau status hara K tanah seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Acuan pemberian pupuk K untuk tanaman padi sawah berdasarkan status hara K tanah

Status hara K tanah	Kadar K ₂ O (ekstrak HCl 25%), mg/100 g tanah	Takaran K (kg SP36/ha/musim)
Rendah	<10	50
Sedag	10-20	0*
Tinggi	>20	0

* Diberi sisa jerami padi setara 2 ton/ha

Hara S, Zn dan Cu

Belum optimalnya hasil tanaman padi di beberapa lahan sawah di berbagai daerah dapat disebabkan oleh kahat beberapa hara seperti belerang (S), seng (Zn), dan tembaga (Cu). Untuk mengantisipasi kendala tersebut maka perlu dilakukan analisis tanah untuk menentukan kebutuhan hara tanaman seperti disajikan pada Tabel 3, 4 dan 5. Petani juga dapat menggunakan pupuk anorganik mikro yang cara aplikasinya disemprotkan pada daun.

Tabel 3. Kebutuhan pupuk belerang

pH tanah	Nilai uji S tanah (ekstraksi 0,5 M CaHPO ₄)	
	<10 ppm S	>10 ppm S
>6,5	10 kg serbuk S/ha atau 50 kg ZA/ha sebagai pupuk dasar menggantikan pupuk dasar Urea	Tidak perlu diberi S
6,0-6,5	5 kg serbuk S/ha atau 20 kg ZA/ha sebagai pupuk dasar menggantikan pupuk dasar Urea	Tidak perlu diberi S
<6,0	20 kg ZA/ha sebagai pupuk dasar menggantikan pupuk dasar Urea	Tidak perlu diberi S

Tabel 4. Kebutuhan pupuk seng (Zn)

pH tanah	Nilai uji Zn tanah (ekstraksi 1 N HCl)	
	<1 ppm Zn	>1 ppm Zn
>6,5	5 kg ZnSO ₄ diberikan sebagai pupuk dasar; caranya dilarutkan dalam 250 liter air per ha disemprotkan ke tanah sewaktu perataan tanah atau dicampur rata dengan pupuk SP36 yang juga diberikan sebagai pupuk dasar	Pemberian Zn melalui daun, yaitu 2,5 kg ZnSO ₄ dilarutkan dalam 250 liter air per ha, lalu disemprotkan ke tanaman padi pada fase vegetatif akhir
6,0-6,5	2,5 kg ZnSO ₄ diberikan sebagai pupuk dasar; caranya dilarutkan dalam 250 liter air per ha disemprotkan ke tanah sewaktu perataan tanah atau dicampur rata dengan pupuk SP36 yang juga diberikan sebagai pupuk dasar	Celupkan bibit padi sebelum ditanam pada larutan 1% ZnSO ₄ selama 2 menit
<6,0	Celupkan bibit padi sebelum ditanam pada larutan 1% ZnSO ₄ selama 2 menit	Tidak perlu diberi Zn

Tabel 5. Kebutuhan pupuk tembaga (Cu)

pH tanah	Nilai uji Cu tanah (ekstraksi 1 N HCl)	
	<1 ppm Cu	>1 ppm Cu
>6,5	2 kg CuSO ₄ diberikan sebagai pupuk dasar; caranya dilarutkan dalam 250 liter air per ha disemprotkan ke tanah sewaktu perataan tanah atau dicampur rata dengan pupuk SP36 yang juga diberikan sebagai pupuk dasar	Pemberian Cu melalui daun, yaitu 2 kg ZnSO ₄ dilarutkan dalam 250 liter air per ha, lalu disemprotkan ke tanaman padi pada fase vegetatif akhir
6,0-6,5	1 kg CuSO ₄ diberikan sebagai pupuk dasar; caranya dilarutkan dalam 250 liter air per ha disemprotkan ke tanah sewaktu perataan tanah atau dicampur rata dengan pupuk SP36 yang juga diberikan sebagai pupuk dasar	Celupkan bibit padi sebelum ditanam pada larutan 0,5% CuSO ₄ selama 2 menit
<6,0	Celupkan bibit padi sebelum ditanam pada larutan 0,5% CuSO ₄ selama 2 menit, biasanya disatukan dengan ZnSO ₄ bila tanah juga kahat Zn	Tidak perlu diberi Cu

Pengendalian Gulma

Herbisida pratumbuh seperti Raft 80 WP dapat digunakan untuk mengendalikan gulma. Herbisida ini diaplikasikan pada saat tanaman berumur 5 hari setelah tanam (HST). Selanjutnya lakukan satu kali penyiangan dengan tangan pada saat tanaman berumur 25 HST, dan diikuti dengan penyiangan dengan landak (gasrok) sebanyak tiga kali pada saat tanaman berumur 25, 35, dan 45 HST. Landak yang dipakai pada penyiangan kedua dan ketiga adalah ukuran kecil, karena ruang antarrumpun tanaman sudah menyempit. Penggunaan landak selain untuk membersihkan gulma juga untuk memperbaiki sistem aerasi akar.

Herbisida pratumbuh seperti Oxadiargil dapat digunakan dengan takaran 25 g/ha (3-5 HST). Untuk herbisida pascatumbuh seperti Metsulfuron dan 2,4 D dapat diaplikasikan dengan takaran 20 g + 800 ml/ha pada saat tanaman berumur 14 dan 21 HST, dan jika diikuti oleh satu kali penyiangan mekanis pada saat tanaman berumur 35 HST sangat efektif mengendalikan gulma.

Pengelolaan Air

Irigasi Berselang (*Intermittent*)

Pada sistem irigasi berselang, tanah diusahakan untuk mendapat aerasi beberapa kali agar tidak terlalu lama dalam kondisi anaerobik, yaitu dengan cara mengatur waktu pemberian air dan waktu pengeringan atau drainase. Caranya adalah sebagai berikut:

1. Sewaktu tanam (bibit), lahan dalam kondisi macak-macak.
2. Secara berangsur-angsur lahan diairi 2-5 cm hingga tanaman berumur 10 HST.
3. Pengeringan petakan sawah dilakukan dengan membiarkan air dalam petakan habis sendirinya dan tanpa diairi (biasanya kering setelah 5-6 hari, bergantung pada cuaca dan tekstur tanah).

4. Setelah permukaan tanah (lumpur) retak selama 2 hari, petakan sawah kembali diairi setinggi 5-10 cm.
5. Kegiatan selanjutnya sama seperti butir 3 dan 4, sampai tanaman memasuki fase pembungaan.
6. Sejak fase keluar bunga hingga 10 hari sebelum panen, lahan terus digenangi dengan tinggi air sekitar 5 cm.
7. Sejak 10 hari sebelum panen hingga saat panen, lahan dikeringkan untuk mempercepat dan meratakan pemasakan gabah dan memudahkan panen.

Manfaat irigasi berselang adalah sebagai berikut: (1) memberi kesempatan bagi akar untuk mendapatkan aerasi yang cukup bagi perkembangan akar; (2) mencegah keracunan besi pada tanaman padi; (3) mencegah penimbunan asam-asam organik dan gas H_2S yang dapat menghambat perkembangan akar; (4) menaikkan temperatur tanah sehingga dapat mengaktifkan mikroba bermanfaat; (5) membatasi perpanjangan ruas batang sehingga tanaman tidak mudah rebah; (6) mengurangi jumlah anakan tidak produktif (tidak bermalai); (7) menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat masa panen; (8) penggunaan air irigasi dapat dihemat sekitar 40% sehingga areal sawah yang diairi dapat lebih luas.

Penerapan irigasi berselang difokuskan pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan hanya dapat dilakukan pada daerah irigasi yang manajemennya baik.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan berdasarkan pengelolaan hama terpadu (PHT) yang diintegrasikan ke dalam model PTT. Penggunaan pestisida harus didasarkan pada hasil pemantauan di lapang agar dicapai efisiensi yang tinggi dan pencemaran lingkungan dapat diminimalisir. Komponen pengendalian diterapkan sesuai dengan tahapan budi daya tanaman secara umum sebagai berikut:

Pratanam

- Merencanakan tanam serempak sehamparan minimal 40 ha. Tanam tidak serempak memberi kesempatan bagi hama untuk bereproduksi dan sumber inokulum tersedia lebih lama.
- Memilih varietas tahan sesuai dengan biotipe/strain patogen, terutama saat tanam pada musim hujan.
- Pemberdayaan kelompok tani, minimal kelompok tani sehamparan untuk menerapkan paket PHT tikus, dimulai dari saat pratanam.
- Persiapan lahan dan bahan untuk pengendalian tikus dengan sistem perangkap bubu (SPB) atau sistem perangkap bubu linear (SPBL).
- Meningkatkan koordinasi antarpetani dan aparat terkait agar Saprodi untuk tanam dan pengendalian tikus tersedia tepat waktu.
- Melakukan pengamatan lubang aktif tikus, memperkirakan ancaman tikus migran, populasi penggerek pada singgang.
- Sanitasi selektif untuk mengurangi sumber inokulum tungro seperti singgang, enceng, dan rumput teki.

Persemaian

- Memasang pagar plastik dan bubu perangkap tikus.
- Mengamati ancaman tungro (populasi wereng hijau dan keberadaan penyakit) dan kelompok telur penggerek batang padi.
- Memberikan perlakuan benih dan atau bibit apabila hasil pemantauan menunjukkan adanya ancaman penggerek batang dan penyakit tungro.

Fase Vegetatif

- Lakukan budi daya padi yang menghambat perkembangan hama penyakit seperti tanam tandur jajar legowo, dan pemupukan nitrogen berdasarkan kebutuhan tanaman dengan menggunakan BWD.
- Berikan tempat berlindung pada musuh alami, terutama laba-laba dengan mulsa jerami atau membiarkan pematang ditumbuhi rumput yang tidak menjadi inang penyakit (teki), sampai tanaman berumur 1 bulan.
- Memantau perkembangan hama dan penyakit, terutama hama wereng coklat, penggerek batang, penyakit tungro, dan penyakit hawar daun bakteri. Apabila perkembangan hama dan penyakit telah melebihi ambang kendali perlu dilakukan pengendalian dengan pestisida yang tepat.

Fase Generatif

- Memantau perkembangan hama dan penyakit, terutama hama walang sangit dan penyakit hawar daun bakteri. Apabila perkembangan hama dan penyakit telah melebihi ambang kendali perlu dilakukan pengendalian dengan pestisida yang tepat.

Panen dan Pascapanen

Usahatani padi tidak akan menguntungkan atau tidak akan memberikan hasil yang optimal jika panen dilakukan pada umur yang tidak tepat dan cara yang kurang benar.

Pemanenan dan Perontokan

Tanaman harus dipanen pada masak fisiologis berdasarkan: (1) umur tanaman sesuai deskripsi varietas; (2) kadar air gabah 20-26%; (3) umur malai 30-35 hari setelah berbunga rata; dan (4) penampakan malai kuning 95%. Pemanenan sebaiknya dilakukan dengan sistem kelompok yang dilengkapi dengan mesin perontok (*power thresher* atau *pedal thresher*).

Alat panen dianjurkan menggunakan sabit bergerigi atau sabit biasa. Cara panen sebaiknya dengan potong tengah atau potong atas bila gabah akan dirontok dengan *power thresher*. Bila gabah akan dirontok dengan *pedal thresher*, panen dapat dilakukan dengan cara potong bawah. Hasil panen dimasukkan ke dalam karung atau ditumpuk dengan alas untuk mencegah gabah tercecer.

Perontokan harus segera dilakukan. Setelah padi dipanen harus dihindari penumpukan padi di sawah sampai beberapa hari, untuk menekan kehilangan hasil dan kerusakan gabah. Pemanenan dianjurkan secara kelompok agar dapat terkontrol, dan hindari panen secara keroyokan.

Pemanenan padi dengan sistem kelompok dapat menekan kehilangan hasil dari 19% menjadi 4%. Pemanenan padi dengan sistem kelompok beranggota 30 orang memerlukan pembagian tugas yang jelas dan proporsional: 22 orang memotong padi, 5 orang mengumpulkan potongan padi, dan 3 orang merontok padi dan mengemas gabah dalam karung. Jika menggunakan *power thresher*, untuk menahan kerusakan gabah dan menghindari tercampurnya gabah dengan kotoran, maka putaran drum/selinder perontok harus dijaga pada 600-800 rpm.

Perawatan Gabah Basah

Penjemuran atau pengeringan gabah hasil panen merupakan cara untuk mencegah kerusakan gabah atau turunnya mutu gabah/beras. Namun demikian penjemuran mengalami kesulitan bila panen terjadi pada musim hujan. Penjemuran gabah di lantai tanah harus menggunakan alas berupa tikar bambu, plastik atau terpal untuk mencegah kehilangan hasil dan bercampurnya gabah dengan kotoran dan tanah/kerikil. Ketebalan gabah pada saat dijemur berkisar 5-7 cm dan pembalikan dilakukan setiap 2 jam.

Pengeringan gabah dengan menggunakan mesin pengering buatan, seperti mesin pengering (*dryer*) tipe *flat bed*, baik dengan bak dari plat besi maupun tembok, atau mesin pengering tipe sirkuler akan menghasilkan beras bermutu baik. Suhu pengering tidak boleh lebih dari 50°C dengan laju pengeringan 1% per jam. Untuk pengeringan benih, suhu pengering tidak boleh lebih dari 42°C.

Pengemasan dan pengangkutan, baik pada waktu pemanenan, perontokan, pembersihan, pengeringan dan penyimpanan, dianjurkan menggunakan karung goni atau plastik yang baik, tidak bocor, bersih, kuat, dan bebas hama. Gabah disimpan pada kadar air 14%, menggunakan tempat/wadah yang bersih dan bebas hama. Gudang/lumbung penyimpanan memiliki sirkulasi udara, lantai dan dinding dalam kondisi baik. Penyimpanan gabah untuk sementara dapat pada kadar air lebih tinggi dari 14%, tetapi tidak boleh lebih dari 17%.

Untuk memperoleh beras giling dengan mutu dan rendemen yang tinggi perlu diperhatikan aspek berikut:

- Gabah harus seragam dan bersih, dengan kadar air sekitar 14%.
- Gabah yang telah disimpan di lumbung/gudang dijemur dulu untuk menyeragamkan dan menurunkan kadar air sampai 12-14%.
- Gabah yang baru, dikeringanginkan untuk menekan butir pecah.

ANALISIS USAHATANI

Analisis usahatani diperlukan pencatatan penggunaan input dan output, baik berupa bahan maupun tenaga dan upah borongan, serta hasil gabah yang diperoleh setiap petani peserta dan bukan peserta. Perhitungan dilakukan pada setiap lahan. Selanjutnya, data tersebut diisikan ke faye! "Perhitungan Ekonomi" dalam komputer program Excel yang telah dipersiapkan (Lampiran). Keuntungan dan keperluan input dapat dianalisis menurut petani peserta dan petani nonpeserta, sehingga efektivitas teknologi dapat dinilai.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki, S.E. dan M Iman. 1991. Status hama wereng tanaman padi dan pengendaliannya. *Dalam: Padi Buku 3*. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Balitpa. 2000. Pengkajian dan pengembangan intensifikasi padi lahan irigasi. Sistem usaha pertanian berbasis sumberdaya. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Fagi, A. M. 1996. Efficient water use movement. World food summit-FAO and Republic of Indonesia. Jakarta.
- Gani, A. 2000. Integrated crop and resources management (ICM) for sustainable production system in irrigated rice area. Material for ICM Discussion, RIR-CRIFC-AARD-IRRI. Sukamandi, West Java.
- Hesse, P.R. 1984. Potential of organic materials for soil improvement. In: Organic matter and rice. p. 35-43. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Holiarison, W. Joelibarison, G.Lane, Ludovic N, Justin R. Sebastien R. Edmond R, and N.Uphoff. 1999. Increase yield and agronomic insights from the system of rice intensification in Madagascar. Part. I. Cornell University. Unpublish.
- IRRI. 1999. Use of leaf color chart (LCC) for N management in rice. Cremnet Technology Brief. No. 2.
- Kartaatmadja, S dan A.M. Fagi. 2000. Pengelolaan tanaman terpadu: Konsep dan penerapan. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor (Tidak diterbitkan).
- Kartaatmadja, S. 2000. Peningkatan potensi genetik tanaman padi melalui modifikasi lingkungan tumbuh. Balitpa. Sukamandi.
- Kartaatmadja, S., A.K, Makarim and A. M. Fagi. 2000. Integrated crop management: An approach for sustainable rice production (draft).
- Kepas. 1983. The sustainability of agricultural intensification in Indonesia. A report of Workshops of the Research Group on Agro-Ecosystems. Jakarta.
- Las, I. *et al.* 1998. Panduan pelaksanaan model pengembangan sistem usaha pertanian MH 1998/1999. Badan Litbang Pertanian. 62 p.
- Las, I. *et al.* 1999. Pola IP padi 300: Konsepsi dan prospek implementasi sistem usaha pertanian berbasis sumberdaya. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Lembah Hijau Multifarm. 2000. Integrated farming system. Solo.
- Makarim, A.K. and Balasubramanian. 2000. Indonesia integrated rice crop management. CRIFC-IRRI (draft).
- Oka, I.N. dan A.H. Bahagiawati. 1991. Pengendalian hama terpadu. *Dalam Padi Buku 3*. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Pasandaran, E. 2000. Revitalizing agricultural research in Indonesia. IARD Journal 22(1): 15-22.
- Primavesi, A.M. 1999. More rice with good soil fertility management. LEISA Vol. 15 No.50.
- Puslitbang Tanaman Pangan. 2000. Tonggak kemajuan teknologi produksi tanaman pangan. Konsep dan strategi peningkatan produksi pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Bogor.
- Rubenandrasana, J. 1999. Revolution in rice intensification in Madagascar. LEISA Vol. 15 No. 48-49.

- Suharto, H. dan S. Kartaatmadja. 1995. Prospek penggunaan feromon sintetis dalam pengendalian hama tanaman pangan. *Dalam Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III*. Jakarta-Bogor.
- Swaminathan, M.S. 1986. Building national and global nutrition security system. *In* M.S. Swaminathan and S.K. Sinha (Eds.) *Global aspects of food production*. p. 417-449. *Natural Resources and the Environment Series Vol. 20*. Tycooly Publishing Ltd., London
- Uphoff, N. 1999. What can be learned from the system of rice intensification in Madagascar. *Meeting Future Food Needs (draf)*. CIIFAD, Cornell University, USA.
- Wen, Qi-xiao. 1984. Utilization of organic materials in rice production in China. *In: Organic matter and rice*. p: 45-56. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Wittwer, S.H. 1986. Research and technology needs for the twentyfirst century. *In* M.S. Swaminathan and S.K. Sinha (Eds.) *Global aspects of food production*. p.85-116. *Natural Resources and the Environment Series Vol. 20*. Tycooly Publishing Ltd., London.

Lampiran 1. Ringkasan alternatif komponen teknologi PTT Padi Sawah Irigasi

Komponen budidaya	Pilihan komponen teknologi
Varietas	<ul style="list-style-type: none"> • Varietas unggul baru <ul style="list-style-type: none"> ▪ MH: varietas tahan wereng coklat, penyakit tungro, dan hawar daun bakteri ▪ MK: varietas yang relatif tahan kering dan tahan hama penggerek • Padi hibrida
Benih Bermutu	<ul style="list-style-type: none"> • Berlabel biru, direndam air garam, abu (BD air >1), yang mengapung dibuang
Persemaian	<ul style="list-style-type: none"> • Persemaian basah, <i>seed treatment</i> • Tanpa persemaian untuk sistem Tabela
Jumlah benih	<ul style="list-style-type: none"> • Tabela: 30-40 kg/ha • Tapin bibit muda: 10-/ha • Legowo 20-30 kg/ha
Umur bibit	<ul style="list-style-type: none"> • 10-15 hari (bila hama keong mas dapat dikendalikan) • 21 hari (bila ada keong mas)
Jumlah bibit/rumpun	<ul style="list-style-type: none"> • 1 batang (untuk bibit muda dan padi hibrida) • 1-3 batang
Cara tanam	<ul style="list-style-type: none"> • Tabela (hanya untuk musim kemarau) • Tanam pindah 20 cm x 20 cm, atau 25 cm x 25 cm • Legowo 4:1 atau 2:1
Pengelolaan air	<ul style="list-style-type: none"> • Intermittent (hanya untuk musim kemarau dan bila irigasi serta drainase dapat diatur) • Pengaturan drainase pada musim hujan • Tabela: macak-macak pada saat tanam • Tapin/Legowo: cara petani
Efisiensi pemukaan : Urea Pupuk P dan K	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan Bagan Warna Daun (BWD) • Berdasarkan peta status hara P dan K lahan sawah skala 1:50.000
S,Cu, dan Zn	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan pH tanah dan hasil analisis tanah serta tabel saran pemberian hara S, Cu dan Zn
Bahan organik	<ul style="list-style-type: none"> • 2 t/ha kompos pupuk kandang
Pengendalian hama/penyakit	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring populasi hama • Pestisida hayati, bila memungkinkan
penanganan panen dan pasca panen	<ul style="list-style-type: none"> • Alat perontok (<i>power thresher</i>) • Panen cara beregu • Pengeringan gabah segera setelah dipanen (dengan bantuan mesin pengering/dryer bila cuaca eskstrem basah)

Lampiran 2. Form input data (hanya diisi bagian yang gelap)

Harga dan upah		
Macam	Satuan	Nilai
Upah tenaga	Rp/HOK	15.000
Harga gabah petani	Rp/kg	1.500
Harga benih	Rp/kg	2.500
Nilai tukar	Rp/US \$	10.000
Pupuk		
	Satuan	Harga
Urea	Rp/kg	1.500
Urea tablet	Rp/kg	1.400
ZA	Rp/kg	1.200
DAP	Rp/kg	1.500
SP36	Rp/kg	1.600
KCl	Rp/kg	2.000
NPK1	Rp/kg	3.000
CuSO4	Rp/kg	2.500
Pupuk kandang	Rp/kg	300
ZnSO4	Rp/kg	12.000
Herbisida	Rp/kg	19.500
Insektisida	Rp/kg	56.000
Fungisida	Rp/kg	91.000

Lokasi	
Provinsi	Jawa Barat
Kabupaten	Subang
Kecamatan	Pusakanegara
Desa	Bojong Jaya

Lampiran 3. Form analisis ekonomi usahatani.

Provinsi	Jawa Barat				
Kabupaten	Subang				
Kecamatan	Pusaka negara				
Desa	Bojong Jaya				
No. Lahan	101				
Paket	FFP				
Luas tanah (m ²)	1500				
Out put		Satuan	Banyaknya	Penjualan (Rp)	Penjualan (US\$)
Harga gabah		kg	960		
Harga gabah petani		Rp/kg	1.500		
Penjualan				1.440.000	144.0
Input	Macam	Satuan	Banyaknya	Ongkos (Rp)	Ongkos (US\$)
Sewa lahan	-	RP.	375.000	375.000	37,5
Pembibitan	Benih	kg	4,5	11.250	1,1
	Tenaga	HOK	2	30.000	3,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
Pengolahan tanah	Tenaga	HOK	1	15.000	1,6
	Kontrak	Rp	27.000	27.000	2,7
Tanam	Tenaga	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	33.750	33.750	3,4
Pengendalian gulma	Tenaga	HOK	3	45.000	4,5
	Kontrak	Rp	27.000	27.000	2,7
Herbisida	Tenaga	HOK	1	15.000	1,5
	bahan	Rp	1	19.000	2,0
Insektisida	Tenaga	HOK	1	15.000	1,5
	bahan	Rp	1	56.000	5,6
Fungisida	Tenaga	HOK	1	15.000	1,5
	Bahan	Rp	1	91.000	9,1
Pupuk	Urea	Kg	75	112.000	11,3
	Urea Tablet	Kg	0	0	0,0
	ZA	Kg	0	0	0,0
	DAP	Kg	0	0	0,0
	SP36	Kg	22,5	36.000	3,6
	KCI	Kg	5	10.000	1,0
	NPK1	Kg	0	36.000	0,0
	CuSO4	Kg	0	0	0,0
	ZnSO4	Kg	0	0	0,0
	Upah	HOK	1	15.000	1,5
Pupuk kandang	Upah	HOK	2	30.000	3,0
	Bahan	Kg	300	90.000	0,9
Irigasi	Iuran	Rp	7.500	7.500	0,8
	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	RP	49.500	49.500	5,0
Panen	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
	Bagi hasil	kg/kg	0,1	144.000	14,4
Perontokan gabah	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
Pembersihan gabah	Upah	HOK	0	0	0,0
Pengeringan gabah	Upah	Hok	0	0	0,0
Pajak	-	Rp	0	0	0,0
Input lainnya	-	Rp	0	0	0,0
Total biaya		Rp/UT		1.270.000	127,0
Keuntungan bersih		Rp/UT		170	17,0

Lampiran 4. analisis ekonomi usahatani per hektar lahan

		Provinsi	Jawa Barat		
		Kabupaten	Subang		
		Kecamatan	Pusakanagara		
		Desa	Bojongjaya		
		No. Lahan	101		
		Paket	FPP		
		Luas Lahan(m3)	1500		
Output		Satuan	Banyaknya	Penjualan (Rp)	Penjualan (US \$)
Hasil gabah		Kg/ha	960		
Hasil gabah		Kg	6.400		
Harga gabah petani		Rp/kg	1.500		
Penjualan				9.600.000	960,0
Input	Macam	Satuan	Banyaknya	Ongkos (Rp)	Ongkos (US \$)
Sewa lahan	-	Rp	2500.000	2.500.000	250,0
Pembibitan	Benih	Kg	30	75.000	7,5
	Tenaga	HOK	13	200.000	20,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
Pengolahan Tanah	Tenaga	HOK	7	100.000	10,0
	Kontrak	Rp	180.000	180.000	18,0
Tanam	Tenaga	HOK	0	0	0
	Kontrak	Rp	225.000	225.000	22,5
Pengendalian gulma	Tenaga	HOK	20	300.000	30,0
	Kontrak	Rp	180.000	180.000	18,0
Herbisida	Tenaga	HOK	7	100.000	10,0
	Bahan	Rp	7	130.000	13,0
Insektisida	Tenaga	HOK	7	100.000	10,0
	Bahan	Rp	7	373.333	37,3
Fungisida	Tenaga	HOK	7	100.000	10,0
	Bahan	Rp	7	606.000	60,7
Pupuk	Urea	kg	500	700.000	70,0
	Urea tablet	kg	0	0	0,0
	ZA	kg	0	0	0,0
	DAP	kg	0	0	0,0
	SP3	kg	150	300.000	30,0
	KCI	kg	33	100.000	1,0
	NPK I	kg	0	0	0,0
	CuSO ₄	kg	0	0	0,0
	ZnSO ₄	kg	0	0	0,0
	Upah	HOK	7	100.000	10,0
Pupui kandang	Upah	HOK	13	200.000	20,0
	Bahan	kg	2.000	600.000	60,0
Irigasi	Iuran	Rp	50.000	50.000	5,0
	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	330.000	330.000	33,0
Panen	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
	Bagi hasil	kg/kg	0,1	960.000	96,0
Perontokan gabah	Upah	HOK	0	0	0,0
	Kontrak	Rp	0	0	0,0
Pembersihan gabah	Upah	HOK	0	0	0,0
Pengeringan gabah	Upah	HOK	0	0	0,0
Pajak	-	Rp	0	0	0,0
Input Lainnya	-	Rp	0	0	0,0
Total biaya		Rp/UT		8.510.000	851,0
Keuntungan bersih		Rp/UT		1.090.000	109,0

Lampiran 5. Form penilaian kualitas kegiatan usahatani padi.

	Provinsi	Jawa Barat	
	Kabupaten	Subang	
	Kecamatan	Pusakanegara	
	Desa	Bojong Jaya	
	No. Lahan	101	
	PTT/Non PTT	PTT	
Kegiatan	Komponen	Deskripsi	Nilai *
	Jumlah benih (kg/ha)		3
	Kualitas benih		4
Persemaian	Olah tanah		5
	Lokasi		4
	Kesuburan		3
	Umur benih (HSS)		4
	Kesehatan benih		3
		Rata-rata	3,9
Pengolahan tanah	Traktor		5
	Ternak		5
	Tradisional		4
		Rata-rata	4,7
Tanam	Tanam pindah		4
	Tabela		4
	Cara tanam		4
	Jarak tanam		5
		Rata-rata	4,3
Penyiangan	Frekuensi		4
	Efektivitas		4
	Tenaga kerja		5
		Rata-rata	4,3
Herbisida	Frekuensi		5
	Efektivitas		5
	Volume		3
		Rata-rata	4,3
Insektisida	Frekuensi		4
	Efektivitas		5
	Volume		4
		Rata-rata	4,3
Fungisida	Frekuensi		4
	Efektivitas		5
	Volume		
		Rata-rata	4,5
Pupuk	Urea pril		4
	Urea tablet		4
	Amonium sulfat		4
	SP36		4
	KCl		4
	NOK I		4
	ZnSO4		4
	Dan lain-lain		4
		Rata-rata	4,0
Pupuk Kandang	Jumlah (t/ha)		5
	Kualitas		4
		Rata-rata	4,5
Irigasi	Frekuensi		5
	Kualitas		5
		Rata-rata	5,0

Lampiran 5. Lanjutan

Kegiatan	Komponen	Deskripsi	Nilai *
Panen	Tenaga kerja		4
	Alat		4
	Prediksi kehilangan hasil		5
	Pengelolaan sisa tanam		5
		Rata-rata	4,5
Perontokan	Tenaga kerja		5
	Alat		3
	Prediksi kehilangan hasil		4
			Rata-rata
		Nilai rata-rata seluruh kegiatan	4,4

Nilai: 1 = sangat jelek; 2 = jelek; 3 = sedang; 4 = baik; 5 = sangat baik

Prediksi hasil
(% potensi hasil)

Kesimpulan
77,1
87,1

Lampiran 6. Form pengeluaran dan keuntungan usahatani padi menurut satuan luas lahan

Provinsi Jawa Barat
Kabupaten Subang
Kecamatan Pusakanegara
Desa Bojong Jaya
No. Lahan 101
Paket FFP
Luas lahan(M²) 1500

1 Indikator ekonomi

per hektar per lahan

Nisbah Kunci	Satuan	Nilai
Penjualan	Rp/lahan	1.440.000
Ongkos total	Rp/lahan	1.270.000
Keuntungan bersih	Rp/lahan	170.000
Break even yield	Kg/lahan	847
Ongkos per kg gabah	Rp/kg	1.323
Keuntungan per kg gabah	Rp/kg	177
Tenaga	HOK/lahan	12

Nisbah kunci	Satuan	Nilai
Penjualan	Rp/lahan	9.600.000
Ongkos total	Rp/lahan	8.510.000
Keuntungan bersih	Rp/lahan	1.090.000
Break even yield	kg/lahan	5.673
Ongkos per kg gabah	Rp/kg	1.330
Keuntungan per kg gabah	Rp/kg	170
Tenaga	HOK/lahan	80

2. Partisi ongkos

per hektar per lahan

Komponen ongkos	Rp	% total biaya
Upah tenaga	324.000	25,5
Kontrak	137.250	10,3
Kontrak dan Upah tenaga	461.250	36,3
Sewa lahan	375.000	29,5
Ongkos pemberian pupuk	158.500	12,5
Bahan organik	90.000	7,1
Ongkos pestisida	166.500	13,1
Benih	11.500	0,9
Iuran irigasi	7.500	0,6
Ongkos total	1.270.000	100

Komponen ongkos	Rp	% total biaya
Upah tenaga	2.160.000	25,4
Kontrak	915.000	10,8
Kontrak dan Upah tenaga	3.075.000	36,1
Sewa lahan	2.500.000	29,4
Ongkos pemberian pupuk	1.100.000	12,9
Bahan organik	600.000	7,1
Ongkos pestisida	1.100.000	13,0
Benih	75.000	0,9
Iuran irigasi	50.000	0,6
Ongkos total	8.510.000	100

2. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Padi

PENDAHULUAN

Dalam periode 1954-2000 Departemen Pertanian telah melepas 135 varietas unggul padi yang terdiri 95 varietas unggul padi sawah, 23 varietas unggul padi gogo, dan 17 varietas unggul padi pasang surut.

Pembentukan varietas unggul memerlukan proses yang panjang, berjenjang, dan bertahap. Dalam hal ini, penelitian pemuliaan memegang peranan penting. Secara umum penelitian pemuliaan berawal dari penghimpunan dan pembuatan keragaman genetik, seleksi karakter yang diinginkan, evaluasi, dan identifikasi galur unggul (lebih baik dari varietas yang telah ada). Pemunculan sifat tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Oleh sebab itu, untuk mengidentifikasi keberadaan galur yang memiliki karakter unggul tertentu diperlukan kondisi lingkungan yang mampu mendukung pemunculan karakter yang diharapkan.

Dalam penelitian pemuliaan, pemulia tidak bekerja sendiri, tetapi dibantu oleh peneliti lain dengan latar belakang ilmu yang berbeda. Dengan berbagai keterbatasan, pengujian materi pemuliaan lebih banyak dilakukan di luar kebun percobaan. Bahkan uji daya hasil dan adaptasi galur harapan (uji multilokasi) dilakukan di lahan petani atau lokasi dengan kondisi lingkungan yang sesuai bagi calon pengembangan varietas.

Panjangnya waktu yang diperlukan bagi penelitian pemuliaan, banyaknya pihak yang terlibat, dan terbukanya proses evaluasi dan identifikasi galur unggulan memberi peluang bagi “terdistribusinya” calon varietas unggul sebelum waktunya.

Kondisi seperti itu menjadikan usaha pengembangan varietas unggul baru dan perbenihan menjadi kurang menarik bagi pihak swasta. Undang-undang perlindungan varietas tanaman (UU-PVT) membawa “angin baru” bagi upaya pengembangan varietas unggul baru dan sistem perbenihan nasional. UU-PVT pada hakekatnya dirancang untuk memberikan kesejahteraan kepada masyarakat luas yang meliputi petani produsen, konsumen, industri pertanian, pemulia, dan pengusaha. Adanya perlindungan hak kepemilikan varietas, dan adanya hak eksklusif yang diberikan kepada para pengembang varietas baru akan merangsang kegiatan investasi dalam penelitian pemuliaan, sehingga akan mendorong percepatan pembentukan varietas unggul baru yang memiliki kualitas tinggi, kompetitif, dan sesuai preferensi pasar.

Petunjuk teknis ini berisikan informasi tentang tata cara pelaksanaan pengembangan varietas unggul baru secara partisipatif, dengan memperhatikan harmonisasi antara upaya peningkatan kualitas pelaksanaan pengujian dengan aspek kepemilikan varietas sesuai dengan UU PVT, Undang-Undang Budidaya Tanaman No. 12/1992, dan peraturan lainnya.

MAKSUD DAN TUJUAN

Petunjuk teknis pelaksanaan Penelitian dan Pengkajian Pemuliaan Partisipatif ini dimaksudkan sebagai acuan bagi unit kerja/UPT lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dalam mengelola dan melaksanakan seleksi dan evaluasi keunggulan materi pemuliaan padi dalam pertanaman observasi, uji daya hasil dan multilokasi.

Petunjuk teknis ini bertujuan untuk menyempurnakan prosedur pengelolaan dan penyelenggaraan evaluasi dan pengujian keunggulan materi pemuliaan partisipatif agar secara teknis maupun administrasi terbentuk sistem kendali mutu yang mampu menghasilkan data penelitian yang valid, serta menjaga kerahasiaan galur unggulan dan memperkecil peluang penyebaran galur harapan secara ilegal.

RUANG LINGKUP

Sistem pengelolaan dan pengujian materi pemuliaan dan galur harapan tanaman harus didasarkan pada prinsip-prinsip jaminan mutu agar menghasilkan bahan tanaman calon varietas baru dan data hasil pengujian yang bermutu. Dengan menerapkan prinsip jaminan mutu, maka bahan tanaman dapat dipertahankan mutunya sesuai dengan keunggulan genetik dan dapat diterima masyarakat. Sehubungan dengan hal tersebut, ruang lingkup petunjuk teknis pengelolaan, evaluasi dan pengujian materi pemuliaan dan galur harapan padi ini meliputi: (a) Mekanisme dan prosedur evaluasi, pengujian daya hasil dan daya adaptasi material genetik hasil pemuliaan, yang disusun dalam format panduan mutu mengacu pada sistem mutu Modul I; (b) Hak dan kewajiban unit kerja penghasil klon/galur harapan; (c) Hak dan kewajiban pengguna galur harapan.

PROSEDUR PENANGANAN MATERI PEMULIAAN PARTISIPATIF

Pemuliaan tanaman adalah ilmu dan seni rekayasa genetik untuk menghasilkan varietas baru yang lebih baik dari yang telah ada. Sedangkan penelitian partisipatif adalah kegiatan penelitian yang mengikutsertakan *stakeholder* secara aktif dalam pengambilan keputusan sejak perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, sampai evaluasi.

Dengan diratifikasinya perjanjian TRIP'S (*Trade Related to Intellectual Property Rights*), Indonesia harus melindungi dan menjaga Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas produk-produk yang dihasilkan oleh individu ataupun korporasi dari kemungkinan pelanggaran hak atas originalitas karya cipta yang menyangkut Paten, Merk Dagang, Hak Cipta, Design, Rahasia Dagang, Denah Rangkaian dan Indikasi Geografis.

Materi pemuliaan, khususnya galur harapan, adalah salah satu produk teknologi di bidang agroindustri. Selama periode pengujian, materi pemuliaan tersebut berpotensi menyebar secara ilegal. Penyebaran galur harapan secara ilegal akan menggagalkan pemberian Hak Kekayaan Intelektual (HKI) kepada para pemulia, bahkan para pemulia akan menghadapi ancaman hukuman dan denda yang berat atas pelanggaran pasal 60 ayat 1 dan 2 UU No. 12 tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman.

Untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan, maka dalam penanganan materi pemuliaan atau galur harapan harus disusun sistem yang mampu memantau penyebaran materi pemuliaan/galur harapan dari Balai Penelitian Komoditas (lembaga penghasil galur harapan) ke Balai Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (lembaga penguji galur harapan) dan sebaliknya. Sejalan dengan itu, lembaga yang terlibat dalam pengujian dan evaluasi materi pemuliaan/galur harapan harus memahami hak dan kewajiban masing-masing.

Kewajiban dan Hak Lembaga Pemilik Materi Pemuliaan/Galur Harapan

1. Balai Penelitian Tanaman Padi diwajibkan menyiapkan materi pemuliaan/benih galur-galur bahan pengujian yang berkualitas tinggi (murni dan bermutu) dalam jumlah sesuai kebutuhan.
2. Balai Penelitian Tanaman Padi penghasil materi pemuliaan/galur harapan diwajibkan menyiapkan petunjuk teknis pelaksanaan pengujian.
3. Balai Penelitian Tanaman Padi menyiapkan sistem auditing materi pemuliaan dan **log book** untuk memperoleh jaminan mutu kerahasiaan informasi dan pengendalian distribusi benih materi pemuliaan/galur harapan. Dalam kaitan ini Balai Penelitian Tanaman Padi bertindak sebagai auditor internal.
4. Untuk memperlancar pelaksanaan penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif, Balai Penelitian Tanaman Padi menunjuk peneliti tertentu untuk bertindak sebagai fasilitator dan koordinator penelitian dan pengkajian pemuliaan padi partisipatif.
5. Balai Penelitian Tanaman Padi menyiapkan *material transfer agreement* (MTA) sebelum menyerahkan materi pengujian pemuliaan partisipatif kepada pihak lain.
6. Balai Penelitian Tanaman Padi/peneliti pemuliaan penghasil galur harapan berhak mengusulkan galur harapannya untuk dilepas sebagai varietas unggul baru.
7. Balai Penelitian Tanaman Padi/peneliti pemuliaan penghasil galur harapan berhak memperoleh royalti atas pemanfaatan varietas unggul baru.

Kewajiban dan Hak Lembaga Penerima Materi Pemuliaan/Galur Harapan

1. Memahami, menghayati, dan melaksanakan butir-butir yang ada dalam dokumen perjanjian serah terima materi pemuliaan (*Material Transfer Agreement*) (Lampiran 1).
2. Menunjuk peneliti utama (*Principal Investigator*), yang bertanggungjawab atas terlaksananya penelitian pemuliaan partisipatif sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan (Keberhasilan pengujian, kerahasiaan data hasil pengujian dan keamanan benih hasil pengujian).
3. Melaporkan data dan benih galur harapan kepada Kepala Balai atau petugas yang ditunjuk.
4. Balai/lembaga penerima/penguji materi pemuliaan/galur harapan, bersama-sama dengan Balai Penelitian Tanaman Padi berhak mengusulkan galur tertentu untuk diusulkan menjadi varietas unggul baru.
5. Balai/lembaga penerima/penguji materi pemuliaan/galur harapan atau peneliti yang ditunjuk, bersama-sama dengan Balai Penelitian Tanaman Padi pemilik galur harapan atau peneliti yang ditunjuk berhak mempublikasikan hasil

penelitian pada media publikasi ilmiah yang ada di lingkungan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

PROSEDUR EVALUASI DAN PENGUJIAN MATERI PEMULIAAN PARTISIPATIF

Beragamnya kondisi wilayah agroekosistem pertanaman padi mempersulit pembentukan varietas unggul yang beradaptasi luas. Dalam kondisi seperti itu, pemanfaatan fenomena interaksi genotipe x lingkungan dengan cara merakit varietas yang beradaptasi spesifik AEZ merupakan salah satu pendekatan yang paling rasional.

Untuk maksud tersebut, proses identifikasi galur-galur yang memberikan respons khusus terhadap kondisi lingkungan tertentu (bersifat unggul spesifik AEZ) sebaiknya dilaksanakan seawal mungkin, yakni pada saat materi pemuliaan masih bersegregasi, sehingga peluang untuk memperoleh rekombinan unggul spesifik masih tinggi.

Berkenaan dengan hal itu, dalam kegiatan penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif, lembaga penelitian/peneliti kooperator diberikan pilihan untuk melaksanakan evaluasi keunggulan genetik pada materi pemuliaan generasi menengah (pertanaman observasi), dan materi pemuliaan generasi lanjut (daya hasil atau multilokasi). Berikut ini diuraikan tata cara pelaksanaan percobaan/pengujian untuk masing-masing tipe pertanaman.

Pertanaman Observasi

Materi pemuliaan pada pertanaman observasi adalah galur-galur generasi menengah ($F_5 - F_8$) yang masih memberikan peluang munculnya variasi respons yang cukup tinggi "di dalam" masing-masing galur.

Jumlah galur yang dievaluasi relatif cukup banyak, berkisar 100–400 galur. Walaupun demikian lembaga penelitian/peneliti kooperator dapat menentukan/memilih sejumlah galur tertentu yang sesuai dengan kapasitasnya.

Persyaratan utama bagi keterlibatan lembaga penelitian kooperator untuk dapat berpartisipasi dalam penyelenggaraan pertanaman ini adalah tersedianya "peneliti pemuliaan padi" dan kebun percobaan.

Berdasarkan latar belakang materi pemuliaan yang tersedia, pertanaman observasi terbagi ke dalam dua tipe yaitu tipe AEZ spesifik (irigasi, gogo, pasang surut) dan tipe cekaman (biotik atau abiotik). Tata cara pelaksanaan penelitian observasi pada dasarnya adalah sebagai berikut:

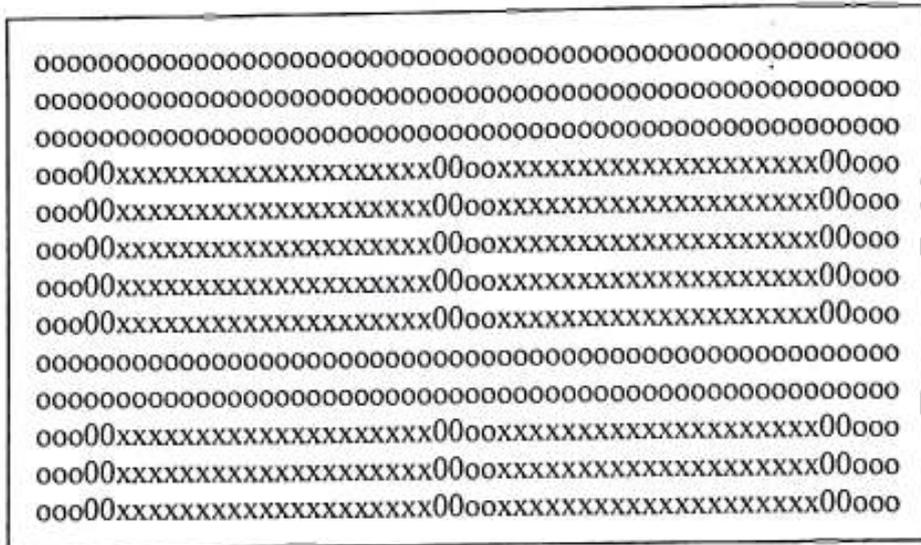
Pemilihan Lokasi

1. Pertanaman observasi sebaiknya dilakukan di kebun percobaan yang memiliki karakteristik lingkungan sesuai dengan target penelitian.
2. Untuk tujuan khusus yang tidak didapatkan di kebun percobaan, pertanaman observasi dapat dilakukan di sentra produksi yang mewakili keadaan spesifik yang menjadi target penelitian.

3. Perlu dihindari penggunaan lahan yang ternaungi, terlalu miring, terlalu subur atau terlalu kurus (tidak subur), dekat perumahan atau bangunan lainnya.
4. Jika menggunakan lahan petani, sebaiknya dipilih petani koperator yang maju dan aktif melakukan kegiatan pertanian secara langsung.

Ukuran Petak dan Tata Letak Percobaan

1. Setiap galur yang akan dievaluasi ditanam pada petak percobaan berukuran 1,5 m x 5 m, 1 bibit per lubang dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm.
2. Galur-galur yang diuji ditanam bersama-sama dengan varietas pembanding spesifik, sesuai dengan tujuan dan tipe AEZ di masing-masing lokasi pengujian.
3. Penanaman galur yang diuji dan varietas pembanding ditata sedemikian rupa seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak galur-galur padi pada pertanaman observasi
 x = galur yang dievaluasi
 o = galur pembanding rentan
 0 = galur pembanding tahan

Kultur Teknis

Pembuatan Persemaian

1. Lahan untuk persemaian adalah lahan yang telah diberakan, minimal selama satu musim tanam.
2. Pengolahan tanah dilakukan sebaik mungkin (bajak dua kali, dan garu satu kali) sehingga tercapai tingkat pelumpuran tanah yang sempurna.
3. Bila lahan bukan "lahan bera" lakukan tindakan sanitasi berikut:
 - a. Pengolahan tanah I (dibajak I), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - b. Pengolahan tanah II (dibajak II), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - c. Pengolahan tanah III (digaru), perataan lahan, dan pembersihan sisa-sisa tanaman (ratun padi, dan gulma).

- d. Aplikasi herbisida pratumbuh minimal 5 hari sebelum sebar.
4. Pembuatan bedengan pesemaian dengan tinggi 5–10 cm, lebar 100–120 cm, dan panjang sesuai kebutuhan.
5. Penyiapan bagan tata letak persemaian, lengkap dengan nomor petak dan identitas galur yang akan disemai.
6. Penanaman benih pada barisan-barisan terpisah (satu galur untuk satu baris semaian), dengan jarak tanam antarbaris 35 cm.
7. Pemberian tanda nomor semaian sesuai dengan urutan petak pada buku lapangan persemaian
8. Pemeliharaan pesemaian secara intensif dengan cara:
 - a. Pemberian air irigasi yang optimal.
 - b. Pemberian pupuk Urea, SP36, dan KCl yang tepat (masing-masing 15 g/m²).
 - c. Pengendalian hama dan penyakit secara optimal.

Pengolahan Tanah

1. Lahan untuk pertanaman observasi adalah yang telah diberakan, minimal selama satu musim tanam.
2. Pengolahan tanah dilakukan sebaik mungkin (bajak dua kali, dan garu satu kali) sehingga tercapai tingkat pelumpuran yang sempurna.
3. Bila lahan bukan "lahan bera" lakukan tindakan sanitasi berikut:
 - a. Pengolahan tanah I (dibajak I), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - b. Pengolahan tanah II (dibajak II), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - c. Pengolahan tanah III (digaru), perataan lahan, dan pembersihan sisa-sisa tanaman (ratun padi, dan gulma).
 - d. Aplikasi herbisida pratumbuh minimal 5 hari sebelum tanam.
 - e. Satu hari sebelum tanam dilakukan pengeringan lahan untuk mempermudah pembuatan jalur tanam (caplak).

Tanam

1. Sebelum tanam, buat daftar materi pemuliaan (galur/varietas) yang akan ditanam, sesuai dengan bagan/tata letak materi pemuliaan dalam pertanaman observasi.
2. Bahan tanaman adalah bibit sehat yang telah berdaun tiga (atau telah berumur 15–21 hari setelah sebar, HSS), yang berasal dari pesemaian yang telah disiapkan sesuai dengan prosedur pembuatan pesemaian.
3. Bibit dari setiap galur ditanam pada petak percobaan berukuran 1,5 m x 5 m, dengan 1 bibit per lubang tanam, pada jarak tanam 20 cm x 20 cm.
4. Sisa bibit dari masing-masing galur disimpan sebagai "dederan" di ujung barisan tanaman masing-masing diberi ajir berlabel, untuk digunakan sebagai bahan tanaman pada saat penyulaman.
5. Beri tanda/label nomor petak dan identitas galur yang jelas pada awal baris pertama dari masing-masing bahan pemuliaan yang dievaluasi. Penomoran petak percobaan dianjurkan untuk mengikuti arah jarum jam.
6. Penyulaman dilakukan 7–10 hari setelah tanam dengan menggunakan bibit sehat yang berasal dari "dederan" masing-masing.

7. Setelah penyulaman selesai dilakukan, bibit yang ada di dederan dibuang agar tidak menjadi sumber inokulum hama atau penyakit tertentu.
8. Setelah prosedur 1-7 selesai dilaksanakan, pertanaman dipagar plastik dan dipasang perangkat bubu untuk menghindari serangan hama tikus.

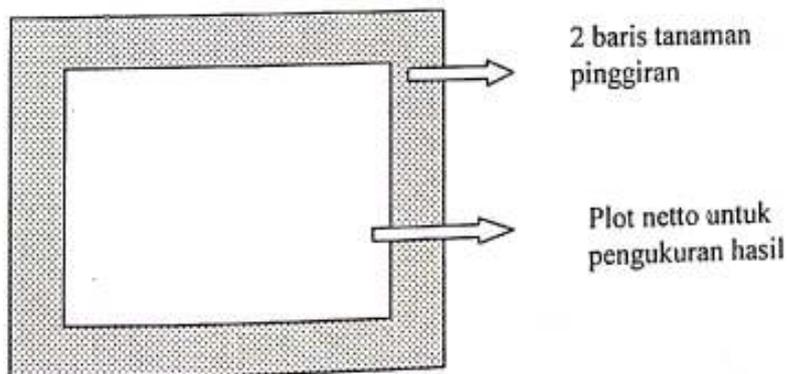
Pemeliharaan Pertanaman

1. Semua kegiatan pemeliharaan tanaman harus direncanakan dengan baik sejalan dengan fase pertumbuhan tanaman.
2. Pada saat tanaman berumur 2-3 hari setelah tanam (HST), kondisi air pada lahan pertanaman observasi harus dipertahankan dalam keadaan macak-macak. Setelah itu, sesuai dengan tingkat pertumbuhan tanaman, ketinggian genangan air irigasi secara bertahap diusahakan mencapai 5-15 cm.
3. Maksimal 7 HST, pertanaman harus sudah diberi pupuk dasar dengan: 100 kg Urea/ha, 100 kg SP36/ha, dan 100 kg KCl/ha, dan diaplikasi insektisida Furadan butiran atau sejenisnya dengan dosis sesuai anjuran.
4. Pada saat tanaman mencapai fase anakan maksimum, lakukan pengeringan lahan, kemudian penyiangan ke-1 dengan "landak" atau secara manual.
5. Setelah penyiangan ke-1 selesai, lakukan pemupukan susulan pertama dengan 100 kg Urea/ha.
6. Pada saat tanaman mencapai fase primordia bunga, lakukan pengeringan lahan, kemudian penyiangan ke-2 dengan "lalandak", atau penyiangan manual.
7. Setelah penyiangan ke-2 selesai, lakukan pemupukan susulan kedua dengan 100 kg Urea/ha dan KCl 50 kg/ha.
8. Pengendalian hama tikus dilakukan secara intensif dan terus-menerus dengan mengkombinasi semua teknik pengendalian (TBS, emposan, pengumpanan, gropyokan).

Pengamatan dan Seleksi

1. Lakukan pemurnian tanaman dengan cara membuang rumpun-rumpun tanaman tipe simpang (*off type*) pada fase pertumbuhan tertentu dengan melihat keragaan fenotipe karakteristik tanaman.
2. Untuk memastikan yang dilakukan pada butir 1 dapat menjamin diperolehnya mutu fisik karakter morfo-agronomi tanaman sesuai dengan identitas galur/varietas yang dievaluasi, maka perlu dilakukan hal-hal berikut:
 - a. Pemeriksaan normalitas pertumbuhan tanam sejak fase vegetatif awal sampai fase generatif akhir.
 - b. Pemeriksaan tingkat kemurnian fisik karakter morfo-agronomi penciri genetik galur/ varietas pada setiap fase pertumbuhan (sejak fase vegetatif awal sampai fase generatif akhir) dengan mengamati:
 - Keragaan visual keberadaan/pemunculan "karakteristik utama" dari tetua-tetua persilangan pembentuk galur yang bersangkutan.
 - "Keragaan khusus" galur masing-masing dibandingkan dengan "keragaan umum" semua galur/varietas yang ada pada pertanaman observasi.
 - Variasi tipe tanaman atau organ tanaman di dalam masing-masing galur.

- Variasi tipe tanaman atau organ tanaman antargalur/varietas yang dievaluasi.
3. Lakukan penilaian "kesesuaian" keragaan karakteristik tanaman dari masing-masing galur dengan tujuan pembentukannya (target program perbaikan varietas) seperti vigor atau ketegaran tanaman; tipe dan bentuk tanaman; tinggi tanaman; umur tanaman; kemampuan bertunas, tipe malai; tipe butiran gabah; kualitas beras; semua pengamatan dilakukan secara visual dengan mengacu pada buku "Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996).
 4. Catat seluruh hasil pengamatan (kelebihan dan kekurangan) yang telah dilakukan pada setiap galur pada buku lapangan, kemudian beri tanda, galur mana yang memenuhi kriteria terpilih berdasarkan semua karakter yang telah dievaluasi.
 5. Parameter yang wajib diamati dari pertanaman observasi:
 - a. **Umur berbunga**, yaitu jumlah hari sejak sebar sampai saat 50% dari tanaman dalam petak percobaan berbunga.
 - b. **Tinggi tanaman**, yaitu rerata tinggi tanaman dari 10 rumpun contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah atau pangkal batang hingga ujung malai tertinggi. Pengamatan dilakukan pada saat menjelang panen.
 - c. **Jumlah malai per rumpun**, yaitu rerata jumlah malai dari 10 rumpun contoh yang ditentukan secara acak. Pengamatan dilakukan pada saat menjelang panen.
 - d. **Jumlah gabah isi dan gabah hampa**, yaitu rerata jumlah gabah isi dan gabah hampa dari tiga rumpun contoh yang diambil/dipanen secara acak untuk jumlah malai per rumpun.
 - e. **Bobot 1000 butir gabah isi**, yaitu bobot 1000 biji gabah kering bersih pada tingkat kadar air tertentu (14%). Lakukan pengukuran kadar air segera setelah penimbangan gabah.
 - f. **Hasil gabah bersih per plot**, yaitu bobot gabah yang dipanen dari petak percobaan *netto* (petak percobaan setelah dikurangi satu baris tanaman pinggir sekeliling petak percobaan) (Gambar 2). Timbang bobot gabah bersih (setelah gabah hampa dan sisa tanaman dibuang). Lakukan pengukuran kadar air gabah segera setelah penimbangan. Setelah itu lakukan konversi hasil gabah per plot (m^2) ke hasil gabah per hektar pada kadar air 14%.



Gambar 2. Denah situasi pengambilan data hasil.

Panen dan Perontokan

1. Pertanaman observasi sudah dapat dipanen bila tanaman telah mencapai matang fisiologis (kira-kira 75% dari rumpun tanaman yang ada sudah menguning).
2. Bergantung pada tingkat keseragaman fenotipe tanaman, panen dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:
 - a. Memanen sejumlah rumpun tertentu yang memenuhi kriteria seleksi, bila fenotipe di dalam galur masih bersegregasi. Selanjutnya memberlakukan rumpun terpilih tersebut sebagai nomor galur baru.
 - b. Memanen semua rumpun yang berfenotipe sama menjadi suatu "bulk" benih untuk dijadikan bahan tanaman pada tahap evaluasi selanjutnya (pengujian daya hasil), seandainya data hasil dan komponen hasil yang dikumpulkan dari galur tersebut memberikan indikasi potensi hasil yang tinggi (> varietas pembandingan terbaik).
3. Pelaksanaan panen dan perontokan seperti diuraikan pada butir 2a dilakukan sebagai berikut:
 - a. Malai yang terdapat pada rumpun terpilih dipotong pada tangkainya, kemudian masukkan ke dalam satu kantong kertas yang telah diberi label nomor petak percobaan dan tanggal panen.
 - b. Keringkan kantong yang berisi malai tadi pada oven dengan suhu 40-45°C sampai kadar air gabah sekitar 12%. Bila pengeringan dilakukan dengan sinar matahari, penjemuran hanya dilakukan pada pagi hari selama 4-5 jam per hari, dengan waktu penjemuran tidak melampaui pukul 12.00. Penjemuran dihentikan setelah kadar air benih sekitar 12%.
 - c. Setelah malai kering, lakukan perontokan "manual" secara terpisah untuk masing-masing kantong.
 - d. Benih yang telah dirontok dimasukkan ke dalam kantong kertas yang telah diberi identitas nomor plot dan tanggal panen.
4. Pelaksanaan panen seperti diuraikan pada butir 2b dilakukan sebagai berikut:
 - a. Potong bagian tengah batang tanaman dengan sabit bergerigi. Potongan berangkasan malai tersebut dimasukkan ke dalam karung plastik yang bersih telah diberi identitas nomor petak percobaan dan tanggal panen pada bagian luar dan dalamnya.
 - b. Lakukan perontokan dengan mesin perontok atau dengan cara iles. Benih hasil perontokan dimasukkan ke dalam karung plastik baru dan bersih yang bagian luar dan dalamnya telah diberi identitas nomor petak percobaan dan tanggal panen.

Penyimpanan Benih

1. Benih yang telah dimasukkan ke dalam karung/kantong kertas berlabel disimpan rapih di gudang penyimpanan mengikuti urutan nomor petak percobaan.
2. Agar tidak terjadi pencampuran benih antargalur atau antarpertanaman pemuliaan, maka benih yang berasal dari pertanaman yang berbeda dimasukkan ke dalam karung atau tempat benih khusus yang berbeda pula dengan telah diberi identitas: jenis pertanaman, lokasi pertanaman, dan tanggal panen.
3. Agar benih yang disimpan tidak mudah rusak, gudang penyimpanan harus memenuhi syarat: (1) tidak bocor; (2) lantai padat (terbuat dari semen/beton); (3)

- mempunyai ventilasi yang cukup dan sirkulasi udara lancar sehingga gudang tidak lembab; (4) bebas dari gangguan hama dan penyakit (ruangan bersih, lubang ventilasi ditutup kawat kasa).
4. Penyimpanan benih diatur sedemikian rupa, rapih, mudah dikontrol, dan memperkecil peluang terjadinya bercampurnya benih.
 5. Pada setiap tumpukan benih harus tersedia kartu pengawasan yang memberikan informasi: (1) nama pertanaman; (2) tanggal panen; (3) asal petak percobaan; (4) jumlah galur yang teruji; (5) kuantitas benih yang tersedia saat pemeriksaan stock terakhir.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Dalam percobaan observasi digunakan rancangan acak kelompok (RAK) dalam *augmented* (Peterson, 1994). Penentuan keunggulan galur yang diuji terhadap varietas pembanding (terbaik) didasarkan atas nilai statistik LSI:

$$LSI = t_{\alpha} S_{vc}$$

$$S_{vc} = \sqrt{\frac{(r+1)(c+1)MSE}{rc}}$$

Suatu galur dianggap lebih baik dari varietas pembanding bilamana selisih nilai pengamatan untuk galur tersebut dengan varietas pembanding (terbaik) lebih besar dari nilai statistik LSI.

Pertanaman Daya Hasil & Multilokasi

Pengujian daya hasil pendahuluan, daya hasil lanjutan, uji multilokasi, dan uji adaptasi pada prinsipnya termasuk ke dalam tipe percobaan yang sama yaitu tipe uji keturunan yang menggunakan ulangan. Hal yang membedakan di antara semua tipe pengujian daya hasil tersebut adalah “tingkat generasi silang sendiri (*selfing*)” dari galur yang diuji. Pada pengujian daya hasil pendahuluan, galur yang diuji adalah yang baru terseleksi dari pertanaman observasi (F_8-F_{10}). Selanjutnya galur yang terseleksi dari pengujian daya hasil pendahuluan ($F_{10}-F_{12}$) diuji ulang pada pengujian daya hasil lanjutan. Akhirnya galur yang terseleksi dari pengujian daya hasil lanjutan diuji lagi pada pengujian multilokasi.

Sebagai akibat dari seleksi bertahap potensi daya hasil tersebut, jumlah galur yang dievaluasi pada pengujian multilokasi selalu lebih sedikit dari jumlah galur pada pengujian daya hasil lanjutan. Demikian pula jumlah galur yang dievaluasi pada pengujian daya hasil lanjutan selalu lebih sedikit dari jumlah galur pada pengujian daya hasil pendahuluan.

Di bawah ini diuraikan tata cara pelaksanaan pengujian daya hasil dan uji multilokasi.

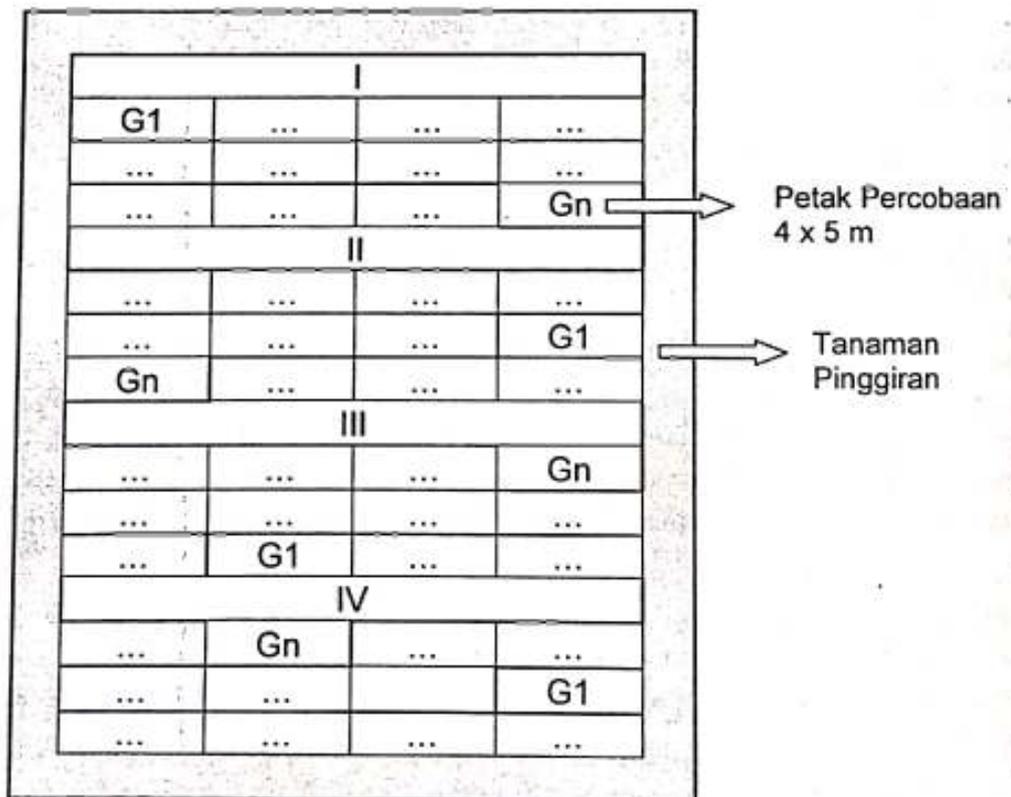
Pemilihan Lokasi

1. Pertanaman uji daya hasil dan uji multilokasi sebaiknya dilakukan di sentra produksi yang mewakili tipe AEZ spesifik yang sesuai dengan target penelitian.

2. Perlu dihindari penggunaan lahan yang ternaungi, terlalu miring, terlalu subur atau terlalu kurus (tidak subur), dekat perumahan atau bangunan lainnya.
3. Jika menggunakan lahan petani, sebaiknya dipilih petani koperator yang maju dan aktif melakukan kegiatan pertanian secara langsung.
4. Agar pengujian daya hasil/uji multilokasi yang dilakukan dapat berfungsi sebagai petak demonstrasi varietas, lokasi yang dipilih sebaiknya mudah dijangkau oleh kendaraan bermotor roda empat atau roda dua.

Ukuran Petak dan Tata Letak Percobaan

1. Setiap galur yang dievaluasi pada pertanaman uji daya hasil dan uji multilokasi ditanam pada petak percobaan berukuran 4 m x 5 m.
2. Bila luas lahan yang memenuhi syarat tidak mungkin menggunakan ukuran petak tersebut, maka dapat dilakukan modifikasi luas lahan menjadi 3 m x 5 m atau ukuran petak persegi panjang yang lebih sempit, dengan syarat luas *netto* untuk pengumpulan data hasil per satuan luas tidak lebih kecil dari 10 m².
3. Penempatan galur yang diuji dan varietas pembanding dalam petak percobaan dilakukan secara acak, sesuai dengan tata cara rancangan acak kelompok (Gambar 3).



Gambar 3. Tata letak galur padi pada pertanaman uji daya hasil & uji multilokasi
 I, II,IV x = blok/ ulangan
 G1Gn = galur ke 1 s/d ke n

Kultur Teknis**Pembuatan Persemaian**

1. Pengolahan tanah dilakukan sebaik mungkin sehingga tercapai tingkat pelumpuran yang sempurna dan lahan bersih dari sisa tanaman dan gulma. Untuk maksud tersebut persiapan lahan untuk persemaian sebaiknya sebagai berikut:
 - a. Pengolahan tanah I (dibajak I), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - b. Pengolahan tanah II (dibajak II), Penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
 - c. Pengolahan tanah III (digaru), perataan lahan, dan pembersihan sisa tanaman (ratun padi, dan gulma).
 - d. Aplikasi herbisida pratumbuh minimal 5 hari sebelum sebar.
2. Pembuatan bedengan persemaian dengan tinggi 5-10 cm, lebar 100-120 cm, dan panjang sesuai dengan kebutuhan.
3. Sebelum penyemaian benih dilakukan, siapkan bagan tata letak persemaian, lengkap dengan nomor petak dan indentitas galur.
4. Pembenaman benih pada bagian persemaian dengan luas tertentu secara merata, dan beri jarak sebar yang cukup (sekitar 35-50 cm) antarpersemaian yang berbeda varietas.
5. Pemberian tanda nomor semaian sesuai dengan urutan petak percobaan pada pertanaman uji daya hasil atau uji multilokasi.
6. Pemeliharaan persemaian dilakukan secara intensif dengan cara:
 - a. Pemberian air irigasi yang optimal.
 - b. Pemberian pupuk Urea, SP36, dan KCl yang tepat (masing-masing 15 g/m²).
 - c. Pengendalian hama dan penyakit secara optimal.

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan sebaik mungkin sehingga tercapai tingkat pelumpuran yang sempurna. Untuk maksud tersebut dapat dilakukan hal-hal berikut:

1. Satu hari sebelum pengolahan tanah I, sebar pupuk organik sebanyak 2 t/ha secara merata pada lahan bakal lokasi percobaan daya hasil atau multilokasi.
2. Pengolahan tanah I (dibajak I), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
3. Pengolahan tanah II (dibajak II), penggenangan lahan selama 2 hari, kemudian dikeringkan selama 7 hari.
4. Pengolahan tanah III (digaru), Perataan lahan, dan pembersihan sisa tanaman (ratun padi, dan gulma).
5. Aplikasi herbisida pratumbuh minimal 5 hari sebelum tanam.
6. Satu hari sebelum tanam, dilakukan pengeringan lahan untuk mempermudah pembuatan jalur tanam (caplak).

Tanam

1. Sebelum pelaksanaan tanam, buat bagan/tata letak galur/varietas yang diuji pada pertanaman daya hasil/multilokasi, sesuai dengan hasil pengacakan (randomisasi).

2. Bahan tanaman adalah bibit sehat yang telah berdaun tiga (atau telah berumur 15-21 hari setelah sebar, HSS), yang berasal dari persemaian yang telah disiapkan sesuai dengan prosedur pembuatan persemaian.
3. Cabut bibit dari persemaian secara hati-hati, setelah itu ikat pada ajir yang telah diberi identitas nomor petak percobaan dan nomor galur yang diuji. Kemudian, bibit tersebut ditempatkan pada petak percobaan sesuai dengan bagan tata letak yang telah disiapkan.
4. Bibit dari masing-masing galur ditanam pada petak percobaan berukuran 4 m x 5 m, satu bibit per lubang tanam, jarak tanam 25 cm x 25 cm.
5. Sisa bibit dari masing-masing galur disimpan sebagai "dederan" di ujung barisan tanaman yang diberi ajir berlabel, untuk digunakan sebagai bahan tanaman pada saat penyulaman.
6. Tanda/label nomor petak percobaan ditempatkan pada awal baris pertama dari masing-masing galur/varietas yang dievaluasi. Penomoran petak percobaan dianjurkan untuk mengikuti arah jarum jam.
7. Penyulaman dilakukan 7-10 hari setelah tanam dengan menggunakan bibit sehat yang berasal dari "dederan" masing-masing.
8. Setelah penyulaman selesai dilakukan, bibit yang ada di dederan dibuang, agar tidak menjadi sumber inokulum hama atau penyakit tanaman.
9. Setelah prosedur 1-8 selesai dilaksanakan, pertanaman dipagar plastik dan dipasang perangkat bubu untuk menghindari serangan hama tikus.

Pemeliharaan Pertanaman

1. Pemeliharaan tanaman harus direncanakan dengan baik, sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.
2. Pada saat tanaman berumur 2-3 setelah tanam (HST), kondisi air pertanaman dipertahankan dalam keadaan macak-macak. Setelah itu, sesuai dengan tingkat pertumbuhan tanaman, ketinggian genangan air irigasi secara bertahap 5-15 cm.
3. Maksimal 7 HST, pertanaman harus sudah diberi pupuk dasar berupa 100 kg Urea, 100 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha, dan diaplikasi insektisida Furadan butiran atau sejenisnya dengan takaran sesuai anjuran.
4. Pada saat tanaman mencapai fase anakan maksimum, lakukan pengeringan lahan, kemudian penyiangan ke-1 dengan "landak" atau secara manual.
5. Setelah penyiangan ke-1 selesai, lakukan pemupukan susulan pertama berupa 100 kg Urea/ha.
6. Pada saat tanaman mencapai fase primordia bunga, lakukan pengeringan lahan, kemudian penyiangan ke-2 dengan "landak" atau secara manual.
7. Setelah penyiangan ke-2 selesai, lakukan pemupukan susulan kedua berupa 100 kg Urea dan 50 kg/ha KCl.
8. Pengendalian hama tikus dilakukan secara intensif dan terus menerus dengan mengkombinasi semua teknik pengendalian tikus (TBS, emposan, pengumpanan, gropyokan).
9. Pengendalian hama dan penyakit utama lainnya juga dilakukan secara intensif dengan memperhatikan kaidah pengendalian hama dan penyakit terpadu.

Pengamatan dan Seleksi

1. Kegiatan pengamatan dan seleksi pada pertanaman uji daya hasil dan uji multilokasi sama dengan pertanaman observasi.
2. Selain itu dikumpulkan data karakteristik lingkungan tumbuh (Lampiran 2).

Panen dan Perontokan

Kegiatan panen dan perontokan gabah pada pertanaman uji daya hasil dan uji multilokasi sama dengan pertanaman observasi

Penyimpanan Benih

Tata cara penyimpanan benih dari pertanaman uji daya hasil dan uji multilokasi sama dengan pertanaman observasi

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

1. Rancangan acak kelompok (*randomized complete block design*) merupakan rancangan percobaan yang paling sesuai untuk pelaksanaan uji daya hasil dan uji multilokasi.
2. Percobaan dirancang sedemikian rupa dengan menggunakan blok/ulangan secukupnya sehingga derajat bebas galat (*error*) tidak lebih kecil dari 15. Jumlah blok/ulangan minimal 3.
3. Bila ada indikasi bahwa kesuburan tanah bersifat satu arah, maka tata letak blok/ulangan harus tegak lurus arah kesuburan tanah.
4. Analisis ragam dan uji beda nyata rerata perlakuan merupakan uji statistik baku yang biasa dilakukan untuk uji daya hasil dan uji multilokasi.
5. Bila uji F pada analisis varians berbeda nyata, maka uji statistik selanjutnya adalah menganalisis tingkat beda nyata rerata respons galur terhadap rerata respons varietas pembanding “terbaik” dengan uji LSD.
6. Galur-galur yang baik adalah yang memberikan nilai “selisih antara rerata galur dengan rerata varietas pembanding” lebih besar dari nilai LSD 5% atau 1%.
7. Pengujian daya hasil sejumlah galur yang sama di sejumlah lokasi (multilokasi) akan menghasilkan data yang menggambarkan variasi respons galur terhadap kondisi “lingkungan tumbuh” yang berbeda. Fenomena demikian dikenal sebagai interaksi genotipe x lingkungan. Pemahaman akan perilaku stabilitas penampilan galur harapan di berbagai lingkungan/lokasi pengujian akan sangat baik untuk mencirikan galur harapan yang beradaptasi luas. Sebaliknya, pemahaman terhadap respons spesifik suatu galur terhadap lingkungan tumbuh tertentu akan membantu dalam identifikasi galur harapan yang memiliki daya adaptasi spesifik.
8. Untuk tujuan identifikasi galur unggulan, dapat digunakan salah satu model uji statistik stabilitas yang telah dikembangkan oleh Finlay dan Wilkinson (1963); Eberhart dan Russell (1966); Freeman dan Jinks (1968); Freeman dan Perkins (1970); Shukla (1972) atau Cross *et al* (1989).

LEMBAGA PENGELOLA DAN PENGUJI GALUR HARAPAN HASIL PEMULIAAN

Kegiatan penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif tidak terlepas dari aturan dan tata cara pengujian, penilaian dan pelepasan varietas unggul baru yang tercantum dalam Undang-Undang Budidaya Tanaman No. 12/1992, Peraturan

Pemerintah No. 44/1995, Keputusan Menteri Pertanian No. 902/KPTS/TP.240/12/96 tanggal 12 Desember 1996, dan Keputusan Mentan No. 737/KPTS/TP.240/9/98, yang pada dasarnya mengatur tata cara pelepasan varietas dan sistem perbenihan nasional. Berkaitan dengan hal tersebut proses pengembangan varietas unggul, khususnya pada tahapan pengujian daya hasil, uji multilokasi galur harapan, dan pelepasan varietas, lembaga pelaksana pemuliaan/peneliti akan berhubungan dengan instansi/lembaga terkait sebagai berikut:

Balai Penelitian Komoditas

Balai Penelitian Komoditas merupakan lembaga kunci untuk kegiatan pengelolaan dan pengujian galur harapan karena berperan sebagai penyelenggara pemuliaan di lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dalam pelaksanaan pemuliaan, Balai Penelitian Komoditas dapat bekerjasama dengan berbagai instansi lain (instansi pemerintah non Litbang Pertanian/Universitas/Swasta). Secara teknis dan ilmiah, Balai Penelitian Komoditas mempunyai kemampuan untuk mengelola dan menguji potensi genetik galur harapan.

Balai Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)

Sesuai dengan Keputusan Mentan No. 798 tahun 1994, BPTP diharapkan mampu berfungsi sebagai jembatan dalam perakitan teknologi spesifik lokasi. Melalui program penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif, BPTP dapat berperan nyata dalam mengidentifikasi dan mengembangkan galur unggulan yang bersifat agroekologi spesifik. Pendekatan ini diharapkan dapat mempercepat proses adopsi varietas unggul dengan wajar.

Balai Pengawasan Mutu dan Pengawasan Benih (BPSB)

Peraturan Pemerintah No. 44/1995, Keputusan Menteri Pertanian No. 902/KPTS/TP.240/12/96 tanggal 12 Desember 1996, dan Keputusan Mentan No. 737 KPTS/TP.240/9/98 mensyaratkan bahwa varietas unggul yang akan dilepas harus mempunyai identitas yang unik, penampilan seragam dan stabil. Penilaian keragaan varietas dalam aspek tersebut untuk perdagangan benih dilaksanakan oleh Balai Pengawasan Mutu dan Sertifikasi Benih. Komunikasi antara peneliti dan para pengawas benih dalam hal informasi keragaan varietas baru sangat diperlukan untuk memberikan pelayanan yang baik kepada para penangkar benih dan petani pengguna varietas unggul.

Tim Penilai dan Pelepas Varietas (TP2V)

Pengujian galur harapan adalah tahap akhir dari kegiatan pemuliaan sebelum dilepas sebagai varietas unggul baru. Hasil dari uji daya hasil atau uji multilokasi galur harapan dievaluasi oleh Tim Penilai dan Pelepas Varietas. Apabila telah memenuhi syarat maka galur harapan tersebut dapat diusulkan kepada Menteri Pertanian untuk dilepas sebagai varietas unggul baru.

Komunikasi yang baik antar lembaga pelaksana pemuliaan/peneliti dengan TPPV berperan penting, terutama dalam hal persepsi dan apresiasi terhadap data yang diperlukan untuk menunjang pelepasan varietas unggul baru.

DEFENISI DAN PENGERTIAN

Pemulia tanaman adalah peneliti (termasuk teknis) yang melaksanakan kegiatan pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas baru.

Pemuliaan tanaman adalah rangkaian kegiatan untuk mempertahankan kemurnian varietas tanaman yang sudah ada dan/atau menghasilkan varietas baru yang lebih baik.

Galur harapan adalah kelompok individu tanaman hasil kegiatan pemuliaan yang dapat dimanfaatkan atau dikembangkan menjadi varietas unggul.

Varietas adalah kelompok tanaman tertentu dalam suatu spesies yang dapat dibedakan/ ditandai berdasarkan bentuk tanaman, pertumbuhan, daun, bunga, biji, dan sifat-sifat lainnya.

Hak Kekayaan Intelektual (HKI) adalah hak eksklusif yang diberikan oleh negara kepada seseorang atau kelompok orang, sebagai bentuk perlindungan atas penemuan, dalam hal ini yang berkaitan dengan varietas tanaman.

Pemuliaan Tanaman Partisipatif adalah kegiatan pemuliaan tanaman yang dilaksanakan dalam kerangka kerjasama (*partnership* atau *inter-partner collaboration*). Ada dua kelompok utama dalam pelaksanaan pemuliaan tanaman partisipatif, yaitu Pertama, *Formal-led Participatory Plant Breeding*, dimana petani berperanserta dalam kegiatan penelitian yang diinisiasi oleh program pemuliaan formal. Kedua, *Farmer-led Participatory Plant Breeding*, dimana peneliti pemuliaan membantu memperbaiki sistem pemuliaan petani dalam proses seleksi dan pengelolaan benih tanaman.

Shuttle breeding adalah mekanisme desentralisasi kegiatan pemuliaan yang memberikan kesempatan kepada berbagai lembaga penelitian untuk melakukan tukar menukar plasma nutfah, pengetahuan, dan pengalaman. Dalam *shuttle breeding*, program pemuliaan yang berbeda dilaksanakan oleh institusi yang berbeda, sehingga memberi kesempatan untuk menguji material genetik bahan pemuliaan pada berbagai zone agroekologi spesifik.

Lampiran I. Naskah Perjanjian Serah Terima Material Genetik

Dengan diterimanya material genetik yang dirakit oleh Kelompok Peneliti Pemuliaan Balai Penelitian Tanaman Padi (untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**), maka yang bertandatangan di bawah ini Peneliti Utama (selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**) sebagai penanggungjawab penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif galur-galur padi, setuju atas hal-hal yang disebut di bawah ini:

1. Pembatasan dan keharusan yang tertera pada perjanjian serah terima material genetik ini berlaku pula untuk: (a) Hasil perbanyakan dalam segala bentuk dari material genetik tersebut di atas; (b) Semua turunan dari material genetik tersebut di atas; (c) Publikasi hasil pengujian.
2. Materi genetik hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif (Pertanaman Observasi, Uji Daya Hasil, dan Uji Multilokasi) galur padi harapan, dan tidak akan digunakan untuk keperluan penelitian lain kecuali penelitian lanjutan dari kegiatan penelitian daya hasil dan multilokasi galur harapan.
3. Materi genetik tidak akan disebarluaskan atau didistribusikan kepada pihak lain, selain kepada peneliti pelaksana yang berada di bawah pengawasan langsung PIHAK KEDUA.
4. PIHAK KEDUA setuju untuk melaksanakan pengujian observasi, daya hasil dan uji multilokasi galur harapan sesuai dengan petunjuk teknis pelaksanaan penelitian masing-masing.
5. PIHAK KEDUA setuju untuk tidak mengirim material genetik ke pihak lain dan atau lokasi lain, kecuali dengan ijin tertulis dari Balai Penelitian Tanaman Padi.
6. Hak Kekayaan Intelektual (HKI) dari materi genetik bahan program penelitian dan pengkajian pemuliaan partisipatif merupakan milik Balai Penelitian Tanaman Padi, sehingga balai penerima materi genetik dan PIHAK KEDUA tidak berhak mengajukan hak kepemilikan dan perlindungan HKI atas materi genetik yang diterima.
7. Publikasi hasil pengujian merupakan hak dari PIHAK PERTAMA dengan penulis utama pemulia komoditas yang bersangkutan, sedangkan pelaksana utama pengujian merupakan anggota penulis
8. Peneliti pelaksana utama pengujian akan mengirimkan semua data dan informasi hasil pengujian materi genetik tersebut kepada Kelapa Balai Penelitian Padi atau Peneliti Balai Penelitian Tanaman Padi yang ditunjuk paling lambat satu bulan setelah pelaksanaan pengujian selesai.
9. Semua akibat dari adanya penyimpangan dari perjanjian ini akan diselesaikan secara musyawarah dan apabila tidak ada kesepakatan dalam musyawarah tersebut kedua belah pihak sepakat untuk meminta jasa lembaga arbitrase Indonesia.

PIHAK KEDUA,

PIHAK PERTAMA
Balai Penelitian Tanaman Padi
Kepala,

Mengetahui,
Kepala
Puslitbang.....

**Lampiran 2. Data karakteristik lingkungan tumbuh tanaman
dari percobaan multilokasi**

A. Informasi umum							
Pelaksana pengujian	:						
Instansi	:						
Penanggung jawab	:						
Peneliti	:						
Lokasi pengujian							
Propinsi	:						
Kabupaten	:						
Kecamatan	:						
Ketinggian tempat	:						
Lintang	:						
Bujur	:						
Tipe iklim	:						
Jenis tanah	:						
PH tanah	:						
Tekstur tanah	:						
Waktu tanam	:						
Musim tanam	:						
Tanggal sebar	:						
Tanggal tanam	:						
Tanggal panen	:						
B. Kondisi cuaca selama pengujian		Pengamatan bulan ke					
		1	2	3	4	5	6
Hari hujan							
Curah hujan (mm)							
Rata-rata suhu (°C)							
<ul style="list-style-type: none"> • Maksimum • Minimum 							
Radiasi surya (cal/cm ²)							
Rata-rata panjang hari (jam)							
C. Kelas kondisi cuaca selama pengujian							
<ul style="list-style-type: none"> • Sangat baik/sangat menguntungkan • Baik/menguntungkan • Kurang baik/tidak menguntungkan 							
D. Keberadaan hama & penyakit selama pengujian		Tingkat serangan					
		Ringan	Sedang	Berat			
Jenis hama & penyakit							
<ul style="list-style-type: none"> • • 							

3. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Jagung

PENDAHULUAN

Varietas unggul ideal adalah yang berdaya hasil tinggi, tahan hama penyakit utama, dan stabil di berbagai target lingkungan. Untuk melihat keunggulan suatu calon varietas maka pengujian perlu dilakukan di banyak lingkungan/lokasi. Pengujian seringkali memberikan penampilan tanaman dan peringkat genotipe yang berbeda dengan berubahnya lingkungan. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya Interaksi Genotipe x Lingkungan (IGL).

Pada tanaman jagung, IGL besar dan nyata pengaruhnya terhadap karakter penting seperti hasil (Pandey *et al.*, 1986; 1991). Implikasi dari IGL yang tinggi menggiring pemulia untuk melakukan pengujian multilokasi (PML) di berbagai lingkungan target guna memilih varietas yang stabil. Pengertian 'lingkungan' selain lokasi juga menyangkut musim, tekanan seleksi karena cekaman biotik/abiotik, perlakuan agronomis seperti kerapatan tanaman dan pemupukan.

Kegiatan pemuliaan menghasilkan *genotipe terpilih* dari berbagai tahapan seleksi. Selanjutnya, genotipe terpilih (populasi maupun hibrida) akan melalui tahap pengujian daya hasil dan adaptasi. Kegiatan PML terhadap genotipe terpilih atau calon varietas selama ini lebih banyak 'dilakukan sendiri' oleh Balit Serealia. Kadang-kadang memang melibatkan kolaborator dari pihak lain seperti BPTP dan BPSB, tetapi keterlibatan mereka hanya sebagai pelaksana. Koordinasi dan komunikasi belum intens dan pengenalan terhadap produk yang sedang diuji tidak mendalam.

Keterlibatan pihak non-Balit (BPTP) dalam pengujian produk riset kini mulai digalakkan. Selama tahun 2002 telah dilakukan tiga kali pertemuan antara Balit/Puslitbangtan dengan BPTP. Pertama dan kedua, adalah pertemuan *padu-padan* di Bandar Lampung dan Mataram, Agustus 2002. Ketiga, pertemuan Pembinaan Teknis dan Manajemen *Shuttle Breeding* dan PTT di Malang, Desember 2002. Materi yang disajikan pada pertemuan adalah *review* singkat tentang partisipasi aktif BPTP dalam pelaksanaan PML dan uji adaptasi.

PEMBENTUKAN VARIETAS JAGUNG

Program perbaikan varietas jagung diarahkan untuk menghasilkan varietas hibrida dan komposit (bersari bebas) unggul sesuai target lingkungan. Program pembentukan hibrida dan bersari bebas dijalankan melalui kegiatan yang saling terkait yakni perbaikan dalam populasi (*intra population improvement*) dan antarpopulasi (*inter population improvement*), sebagai berikut:

1. Pembentukan varietas jagung hibrida terdiri atas:
 - a. Perbaikan populasi
 - b. Perbaikan galur
 - c. Pengujian galur (daya gabung dan skrining terhadap cekaman biotik dan abiotik)
 - d. Pengujian daya hasil

2. Pembentukan varietas jagung bersari bebas.
Kegiatan ini merupakan perbaikan populasi melalui seleksi berulang. Terdapat 3 tahap siklus yakni pembuatan famili, evaluasi famili, dan rekombinasi famili terpilih. Pada setiap tahap siklus seleksi dapat diekstrak dan dibentuk calon varietas baru yang siap untuk uji daya hasil. Galur-galur dengan daya gabung yang baik dapat menjadi induk dari calon varietas bersari bebas (sintetik).

PEMULIAAN PARTISIPATIF DAN SHUTTLE BREEDING

Pendekatan *participatory* dan *shuttle breeding* akhir-akhir ini mendapatkan perhatian yang lebih terhadap penerapannya dalam pembentukan varietas. Kedua pendekatan ini saling terkait. Menurut Bellon (2001), metode partisipatif dikembangkan dari penelitian sistem usahatani (SUT). Kegiatan partisipatif dalam seleksi varietas (*participatory varietal selection*, PVS) mulai dikembangkan pada tahun 1980-an di sejumlah negara seperti di India, Colombia, dan Namibia (Witcombe, 1996). Hal ini dipicu oleh kebutuhan untuk lebih memahami kondisi petani dan memanfaatkan pengetahuan mereka dalam mengembangkan dan mengevaluasi teknologi baru.

Aliran produk riset (seperti benih unggul) dari petakan percobaan sampai ke lahan petani membutuhkan proses yang panjang dan melibatkan banyak pihak. Metode *shuttle breeding* (pemuliaan ulang alik) muncul karena dalam program *participatory breeding* terjadi migrasi bolak balik dari bahan genetik yang dimuliakan oleh lembaga penyelenggara pemuliaan dengan partisipannya. Ulang alik dari materi genetik yang dimuliakan ini terjadi antara lingkungan asal (*breeding nursery*) dan lingkungan target. Hal ini merupakan proses seleksi alami yang mengarah kepada proses adaptasi suatu materi genetik pada lingkungan target. Pemuliaan partisipatif antara lain dimaksudkan untuk mempercepat pelepasan dan adopsi varietas, memahami kriteria petani tentang varietas yang ideal, memfasilitasi proses pembelajaran dan pemberdayaan petani.

PRODUK RISET PEMULIAAN JAGUNG

Setiap kegiatan pemuliaan tanaman (*crop improvement*) akan memberikan keluaran berupa materi genetik yang telah diperbaiki (*improved genetic materials*). Produk riset pemuliaan Balitsereal adalah *maize improved germplasm* atau bahan genetik jagung yang diperbaiki, terdiri atas:

1. Materi siklus lanjut (*advanced cycles*) dari perbaikan populasi, sebagai calon varietas. Ini dapat berupa: (a) jenis *komposit*, yakni gabungan famili-famili terpilih dari hasil perbaikan populasi; (b) jenis *sintetik*, yakni varietas yang dibentuk dari gabungan sejumlah galur-galur yang homozigot dan memiliki daya gabung yang baik.
2. Galur/inbrida, yakni materi homozigot/galur murni dari hasil program *inbreeding* pada program hibrida. Galur-galur murni tertentu bila cocok dan memiliki sifat daya gabung baik akan merupakan tetua/materi induk dari varietas hibrida unggul.

PENGUJIAN CALON VARIETAS

Tanaman jagung bersifat menyerbuk silang. Strategi penting dalam pengelolaan materi genetik jagung adalah senantiasa memperbanyak benih (*seed increase*). Khusus untuk jenis hibrida bahan percobaan, baik inbrida maupun benih F₁-nya harus selalu dibentuk melalui persilangan buatan. Pengujian daya hasil pendahuluan dan lanjutan merupakan bagian tak terpisahkan dari program pembentukan varietas unggul. Berbagai pihak telah dilibatkan dalam kegiatan pengujian. Hal yang amat penting menurut Simmonds (1984) dan Miranda (1985) adalah pengujian dilakukan di berbagai lingkungan target pengembangan. Dengan demikian ihwal IGL dapat dimanfaatkan secara baik dan capaian genetik (*gain*) cepat diperoleh (Bramel-Cox *et al.*, 1991; Smith and Zobel, 1991; Smith and Paliwal, 1997).

Agroekosistem untuk jagung di Indonesia meliputi lahan kering, lahan tadah hujan, lahan sawah irigasi, dan lahan pasang surut. Lingkungan target tersebut dapat pula digolongkan sebagai produktivitas tinggi dan produktivitas rendah. Keragaman sistem produksi berkaitan dengan faktor iklim dan geografis, cekaman biotik dan abiotik, umur masak, tipe biji yang ditanam petani, usahatani intensif vs usahatani subsisten. Semua peubah tersebut berhubungan langsung dengan tipe dan jenis varietas yang akan dimulihkan dan diadopsi oleh petani pada target lingkungan spesifik. Komisi Pelepasan Varietas mensyaratkan suatu calon varietas mesti diuji (dalam suatu percobaan yang tertata dengan ulangan dan varietas pembanding) paling sedikit pada 20 lokasi. Kondisi ideal adalah harus diuji pada lokasi/musim lebih banyak dan di lingkungan yang lebih sesuai dengan target pengembangan.

Sebagaimana dikemukakan di atas, PML dimaksudkan untuk memberikan gambaran tentang penampilan relatif calon varietas di berbagai lingkungan dan bagaimana *magnitude* interaksi genotipe x lingkungan (IGL). Pemahaman tentang IGL bermanfaat bagi pemulia karena:

1. Apakah akan memilih varietas dengan target adaptasi luas atau spesifik.
2. Apakah diperlukan varietas yang unik untuk kondisi tanah tertentu, atau untuk kerapatan tanaman berbeda.
3. Alokasi sumberdaya yang efektif terutama dalam menentukan jumlah lokasi dan musim dalam pengujian.
4. Respons genotipe terhadap tingkat produktivitas yang beragam akan menentukan kestabilan calon varietas.

Aspek teknis dan ilmiah dalam kegiatan PML tidak sederhana. Dalam mengelola dan memanfaatkan Interaksi Genotipe x Lingkungan (IGL) diperlukan pemahaman dalam hal rancangan, pelaksanaan, pengolahan data, dan interpretasi dari data dan analisis hasil percobaan (Fehr, 1987). Pemilihan lokasi percobaan adalah keputusan penting yang diambil oleh pemulia dan hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: (a) target lingkungan; (b) musim tanam; dan (c) ketersediaan sumberdaya (staf peneliti dan dana).

Keputusan akhir yang amat penting adalah memilih genotipe terbaik dari hasil PML. Dasar utama adalah data terpercaya (nilai KK rendah) dari masing-masing lokasi. Oleh sebab itu amat vital mengunjungi percobaan sesering mungkin,

diikuti oleh pencatatan yang cermat terhadap peubah penting. Berbagai metode statistik dan perangkat lunak komputer perlu tersedia dalam mengolah data sehingga interpretasi terhadap calon varietas lebih mudah dan akurat.

PARTISIPASI BPTP

Migrasi ulak alik dari bahan yang dimuliakan dalam kegiatan pemuliaan partisipatif lebih mudah pada tanaman menyerbuk sendiri seperti padi. Pada tanaman jagung yang termasuk tanaman menyerbuk silang, arus ulak alik materi pemuliaan jarang terjadi karena keterbatasan penyediaan benih. Di sisi lain, dihubungkan dengan kondisi obyektif, kapasitas pemuliaan pada lembaga partisipan (baca: BPTP) terbatas. Mekanisme kerja antara Balit dengan BPTP menurut Kasno dan Arsyad (2002) adalah partisipasi penuh dan partisipasi sebagian. Dalam partisipasi penuh, BPTP ikut berperan dan membiayai kegiatan sejak pembentukan 'populasi dasar' sampai uji multilokasi.

Partisipasi penuh dalam penerapan konsep *shuttle breeding* secara utuh tampaknya sulit karena keterbatasan sumberdaya di BPTP dan tidak bisa berlaku umum untuk semua komoditas. Kegiatan tahap awal seperti pembentukan dan seleksi galur (4-5 generasi), uji daya gabung, skrining terhadap cekaman biotik/abiotik, evaluasi famili (*half sibs*, *full sibs*, S1's), rekombinasi famili/bahan terpilih mungkin masih sulit untuk dilakukan oleh BPTP. Oleh karena itu, terutama untuk pemuliaan jagung, implementasi yang tepat hanya terbatas pada pengujian daya hasil calon varietas, baik jenis hibrida maupun bersari bebas. Namun ada BPTP yang layak dan patut ikut dalam tahap awal seleksi. Misalnya, KP Natar (BPTP Lampung) adalah *nursery* yang ideal untuk skrining penyakit bulai. BPTP Jambi memiliki daerah kerja yang ideal untuk seleksi jagung pada lingkungan tanah masam (Ultisol) dengan kejenuhan Al tinggi. BPTP NTT adalah lingkungan yang cocok untuk seleksi cekaman kekeringan. Sumberdaya peneliti jagung di ketiga BPTP tersebut tersedia. Masih diperlukan suatu kordinasi administratif dan teknis untuk keterlibatan penuh BPTP dalam pemuliaan partisipatif.

Kegiatan pengujian calon varietas pada PML dan pengkajian varietas baru (uji adaptasi) sudah beberapa kali dibahas dalam pertemuan/forum penelitian dan pengkajian. Dalam menerapkan riset partisipatif pada kegiatan PML jagung antara Balit dengan BPTP (plus petani) ada 3 keputusan penting yang perlu diambil:

1. Dimana mau melakukan kegiatan (memilih lokasi).
2. Dengan siapa melakukan kegiatan bersama (siapa yang berpartisipasi), BPTP saja atau BPTP plus petani.
3. Bagaimana berinteraksi dalam kegiatan (mekanisme kerja).

Walaupun belum ada 'kordinasi' yang jelas dalam kegiatan pengujian, namun sudah ada komitmen dari beberapa BPTP bahwa mereka memang mau ikut serta dalam PML secara berkesinambungan. Untuk tanaman jagung tidak perlu semua BPTP harus ikut PML. Dalam perspektif Balitsereal, seyogianya BPTP yang provinsinya penghasil utama jagung atau potensial sebagai penghasil jagung merupakan partisipan yang layak dalam kegiatan PML. Dalam kaitan ini semakin relevan perealisasi Jaringan Kerja dimana salah satu kegiatannya adalah PML yang terkordinasi. Hal yang lebih penting dari semua komitmen BPTP dan Balit adalah

dukungan kebijakan yang konsisten dari Badan Litbang Pertanian mengenai program PML yang semestinya merupakan kegiatan rutin dari suatu perakitan varietas unggul.

Tingkat partisipasi dan interaksi Balit, BPTP, dan petani dalam merancang, mengelola, mengolah data, dan menulis laporan (teknis atau ilmiah) dapat dibicarakan dan disepakati dalam forum jaringan kerja. Namun sebagai lembaga penyelenggara pemuliaan, Balit perlu lebih aktif dalam kordinasi dan penyediaan materi uji, pelatihan, dan petunjuk teknis untuk kegiatan PML. Pada gilirannya, bila suatu varietas unggul yang dihasilkan adaptif di lokasi setempat, maka BPTP dapat lebih aktif dalam pengembangan dan diseminasi teknologi.

PETUNJUK TEKNIS PERCOBAAN MULTILOKASI

Petunjuk teknis dan pelaksanaan percobaan multilokasi jagung biasanya disiapkan oleh pemulia dan dikirimkan bersama paket benih materi yang diuji. Dalam paket tersebut disertakan daftar materi yang diuji, pengaturan tata letak, entri, buku, dan blanko pengamatan, serta isian mengenai deskripsi lokasi.

Pemilihan Lokasi dan Musim Tanam

1. Pengujian daya hasil pendahuluan dan lanjutan dapat dilakukan di kebun percobaan (KP) BPTP atau BBI, pengujian multilokasi hendaknya di sentra produksi jagung setempat, lokasi strategis, dekat jalan, sehingga mudah dicapai.
2. Lahan yang digunakan dipilih yang datar, terhindar dari naungan, memiliki kesuburan merata dan drainase yang baik. Bila lahan terdiri atas petak-petak, usahakan setiap ulangan terletak pada satu petak yang sama/homogen.
3. Penanaman dilakukan bersamaan dengan musim setempat.

Daftar Materi Uji

Jumlah materi uji pada percobaan multilokasi berkisar 12-16 genotipe termasuk pembanding. Di bawah ini disajikan contoh hasil pengacakan dari satu percobaan multilokasi yang terdiri atas 12 entri dengan empat ulangan.

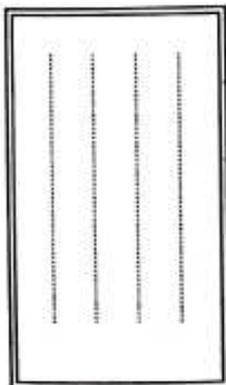
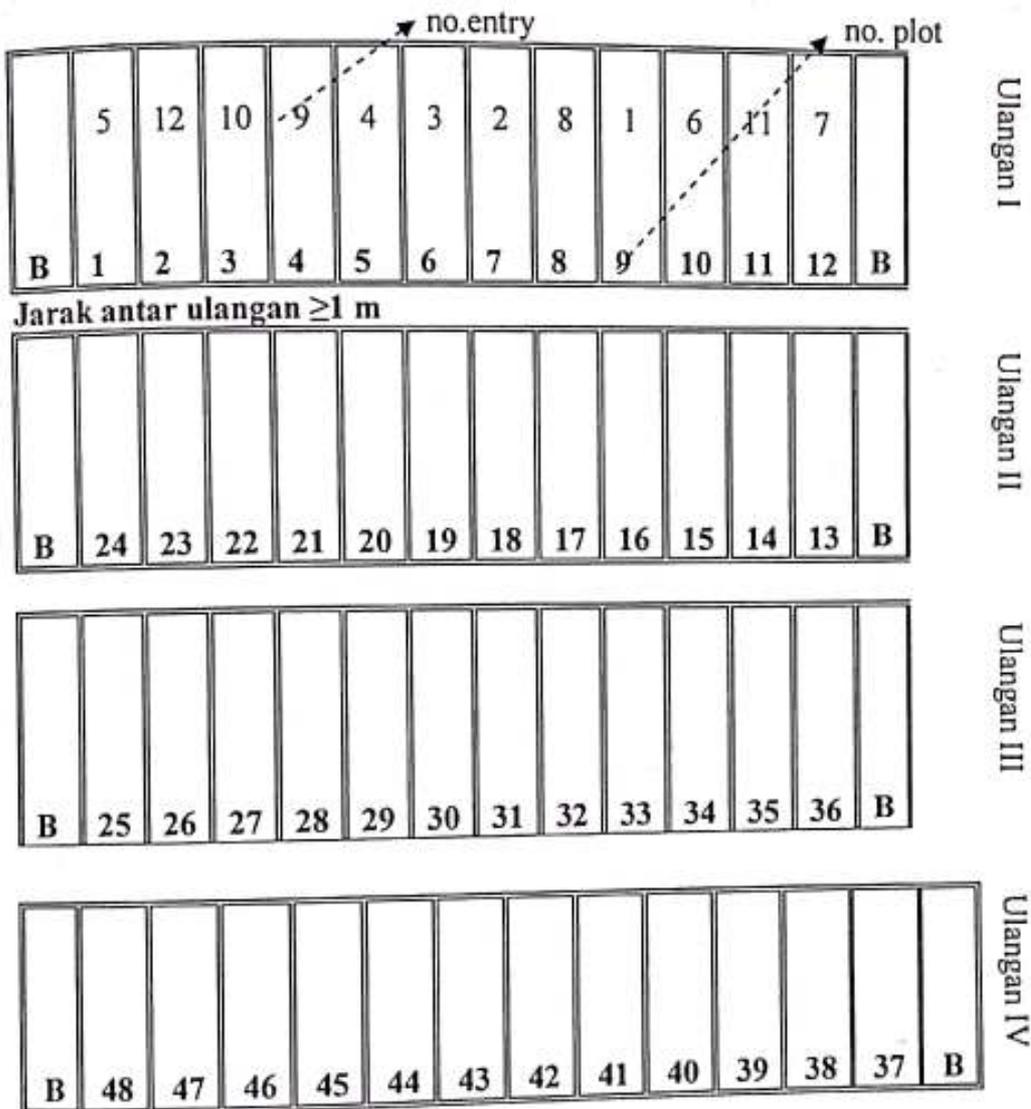
No. entri	Genotipe/entri	No. plot			
		Ul. 1	Ul. 2	Ul. 3	Ul. 4
1	MSJ1 (RRS) C5	3	5	11	12
2	MSJ2 (RRS) C5	10	8	1	11
3	MSK1 (RRS) C5	9	9	5	10
4	MSK2 (RRS) C5	7	12	3	3
5	OFR (S1)C2	1	6	4	1
6	SATP-1 (S1)C6	8	10	8	7
7	Bisma (S2)C1	2	4	10	2
8	AMATL (HS) C6	6	2	12	6
9	AMATL (S1) C2	4	1	9	5
10	BK (HS) C1	5	3	7	9
11	Bisma	11	7	2	4
12	Lamuru	12	11	6	8

Ul. = ulangan

Petakan Percobaan dan Tata Letak

Setiap genotipe/entri ditanam empat baris, panjang baris 5,0 m, jarak antarbaris 75 cm, sehingga ukuran petak adalah 3 x 5 m. Dalam kondisi terbatasnya benih, jumlah baris dapat dibatasi menjadi dua sehingga ukuran petak 1,5 x 5 m. Tidak ada jarak tambahan (dari 75 cm) antara petak 1 dengan 2, dstnya.

Tata letak/lay-out percobaan adalah pada gambar berikut:



Contoh satu plot: 3 x 5 m, 4 baris tanaman dan 20 rumpun per

- B = Border/pinggiran sekurang-kurangnya 2 baris.
 Benih untuk tanaman pinggiran (border) disediakan terpisah:
1. Lamuru untuk kuning
 2. Jagung Pulut untuk putih

Umpamanya jumlah entri 12 dengan empat ulangan, petakan diberi label mulai nomor 1-48. Pilihan lain adalah 101-112 untuk nomor petak di ulangan pertama sampai 401-412 untuk ulangan keempat.

Penanaman

Kebutuhan benih disesuaikan dengan ukuran petakan. Panjang petakan adalah 5 m, dan lebar 3 m, sehingga bila jarak antarbaris 75 cm maka terdapat 4 baris per petak. Jarak tanam dalam barisan 25 cm sehingga terdapat 20 rumpun. Dengan demikian untuk setiap petak disiapkan benih sejumlah:

$$4 \text{ (baris)} \times 2 \text{ (biji/lubang)} \times 20 \text{ (lubang/baris)} = 160 \text{ butir}$$

Benih sejumlah 160 butir ini telah dimasukkan ke dalam setiap amplop. Isi setiap amplop adalah benih untuk satu petakan. Jumlah petakan seluruhnya sama dengan jumlah amplop, yakni jumlah varietas/entries x jumlah ulangan. Setiap amplop diberi label dengan nomor entri, nomor petakan, dan nama entri.

Penanaman dilakukan secara tugal, 2 biji per lubang (terdapat 160 biji/amplop). Jarak tanam dalam barisan 25 cm (lubang pertama pada titik 0 maka untuk 500 cm akan diperoleh 20 lubang). Bila semua biji tumbuh maka terdapat 40 tanaman per baris. Jika jumlah benih kurang dari 160 butir, maka disarankan menanam 2 dan 1 biji per lubang.

Penjarangan Tanaman

Bila semua biji yang ditanam tumbuh baik, maka terdapat dua tanaman per rumpun. Penjarangan dilakukan dengan menyisakan 1 tanaman/rumpun pada 21 HST (umur tiga minggu). Dengan demikian, sesudah penjarangan tanaman per baris adalah 20. Bila ada rumpun yang kosong, rumpun di sebelahnya tidak perlu dijarangkan, biarkan dua tanaman per rumpun sehingga populasi per baris tetap 20 tanaman.

Pemupukan

Mengikuti anjuran setempat. Sebagai pedoman pemupukan, untuk jarak tanam 75 x 25 cm, takaran dan saat pemberian pupuk yang biasa dilakukan pada percobaan jagung adalah:

- I. Urea – SP-36 – KCl (100-200-100) kg/ha saat tanam, atau 1,5 g Urea, 3 g SP-36, dan 1,5 g KCl per lubang.
- II. Urea: 200 kg/ha umur 30 HST, atau 3 g per lubang.

Cara pemberian dengan menugal di samping tanaman kemudian ditutup kembali. Pemberian pupuk kedua dilakukan setelah penyiangan dan pembumbunan. Caranya dengan menugal di samping tanaman dengan jarak lebih jauh dari perakaran.

Pemeliharaan

1. Untuk mencegah serangan lalat bibit pada waktu tanam, tiap lubang diberi Furadan 3G dengan takaran 8-16 kg/ha atau sekitar 4 butir/lubang. Bila ada tanda-tanda serangan hama pada masa pertumbuhan, Furadan dapat diberikan lagi melalui pucuk daun. Pencegahan penyakit bulai biasanya telah dilakukan, benih yang dikirim telah diberi perlakuan (fungisida Saromil).

2. Kegiatan penyiangan, pembumbunan, dan pengaturan tata air, sesuai dengan anjuran budidaya setempat. Biasanya penyiangan I dilakukan pada umur 4 minggu diikuti dengan pembumbunan lalu pemupukan (Urea) tahap II.
3. Pengairan yang cukup diperlukan bila tidak ada hujan. Pada musim hujan diperlukan pengaturan drainase supaya tanaman tidak tergenang air.

Buku Lapangan

Buku lapangan disiapkan untuk memudahkan pencatatan. Nomor petakan, nomor entri, dan ulangan harus cocok dengan label yang disiapkan di lapangan.

Pengamatan

Lakukan pengamatan pada setiap nomor petakan terhadap:

1. Jumlah tanaman pada umur 14 HST, sebelum penjarangan.
2. Jumlah tanaman terserang bulai, umur 30 HST.
3. Tingkat serangan penyakit lain (terutama penyakit karat dan bercak daun)
4. Tingkat serangan hama (terutama hama penggerek dan lalat bibit)
5. Umur berbunga jantan saat *pollen shedding* > 50%
6. Umur keluar rambut/berbunga betina (setelah > 50%)
7. Tinggi tanaman
8. Tinggi tongkol
9. Jumlah tanaman rebah batang
10. Jumlah tanaman rebah akar
11. Menutupnya kelobot
12. Jumlah tanaman saat dipanen
13. Jumlah tongkol dipanen
14. Jumlah tongkol busuk
15. Bobot tongkol kupasan basah
16. Kadar air biji saat panen (lakukan dengan *seed moisture tester*)

Pengamatan 1-4 dilakukan terhadap keempat baris tanaman tiap petak.
Pengamatan 5-16 dilakukan terhadap dua baris tengah

Cara Pengamatan Karakter Agronomis Jagung

1. Jumlah tanaman umur 1 minggu.

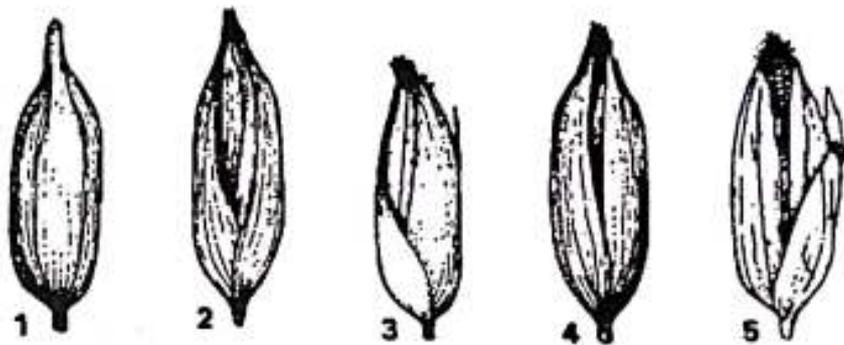
Pada setiap petakan dihitung jumlah tanaman yang tumbuh. Ini dilakukan sebelum penjarangan/penyisipan. Data ini perlu untuk mengetahui persentase tumbuh yakni dengan membagi jumlah tanaman tumbuh dengan jumlah biji yang ditanam setiap petak.

2. Jumlah tanaman (plant stand) umur 3 minggu.

Pada setiap petakan dihitung jumlah tanaman pada dua baris di tengah. Ini dilakukan setelah penjarangan/penyisipan. Penjarangan/penyisipan perlu untuk menyempurnakan jumlah tanaman per petak sebagai representasi dari satu 'unit percobaan'.

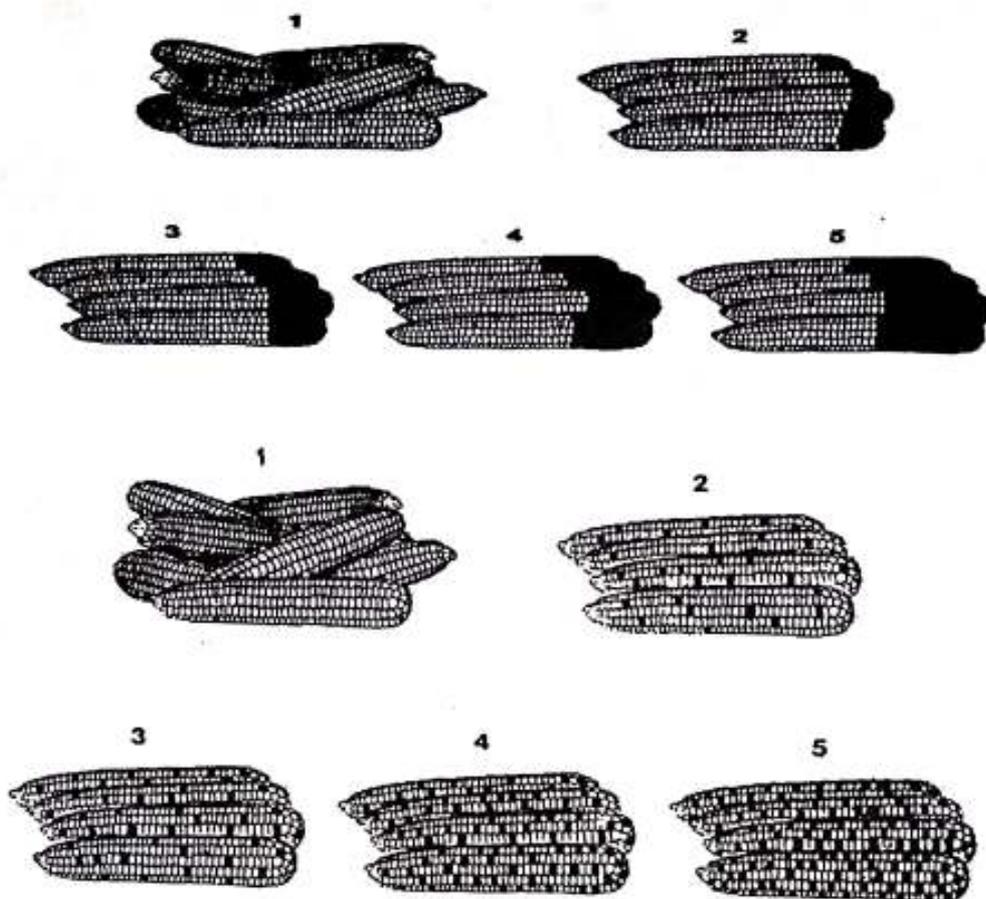
3. Umur berbunga (hari).
Jagung mulai berbunga biasanya pada umur 50 hari. Varietas umur **genjah** ada yang mulai berbunga pada umur 42 hari. Di sepanjang stadia pembungaan, petakan harus dikunjungi setiap hari.
 - Pencatatan **berbunga jantan** bukan ditandai setelah keluarnya bunga jantan (**tassel**), tetapi dihitung pada saat *anthesis* atau ketika telah diproduksi serbuk sari (pollen). Pollen berwarna kuning akan terlihat apabila tassel/malai digoyang. Secara visual, hal ini ditandai oleh terbukanya kotak sari, lalu terlihat serangga yang mengerubungi bunga jantan.
 - Berbunga betina (**silking, keluar rambut**) dicatat bila rambut telah keluar panjang >2 cm. Biasanya *anthesis* lebih duluan daripada *silking*. Beda hari antara keluar serbuk sari dengan keluar rambut disebut **ASI** (*anthesis silking interval*). Makin rendah angka ASI makin sinkron pembungaan.
4. Tinggi tanaman (cm).
Tanaman jagung tidak akan bertambah tingginya setelah stadia pembungaan. Untuk praktisnya, diukur menjelang panen. Pilih 5-10 tanaman secara acak di setiap petakan. Ukur jarak dari dasar tanaman di permukaan tanah sampai pangkal terakhir bunga jantan.
5. Tinggi tertancapnya tongkol (cm).
Pengukuran dilakukan sekaligus/bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman terhadap 5-10 sampel di atas. Ukur jarak dari permukaan tanah sampai dasar kedudukan tongkol. Bila tanaman mempunyai dua tongkol, maka diambil tongkol yang teratas/tongkol yang lebih normal perkembangannya.
6. Rebah batang.
Hitung jumlah tanaman yang patah di bawah tongkol. Mungkin di petakan terdapat tanaman yang lemah karena batangnya jelek tetapi belum rebah. Dorong tanaman tersebut secara pelan. Bila rebah, dicatat sebagai tanaman rebah batang, sehari atau menjelang panen. Adakalanya pertanaman mengalami rebah massal karena angin kencang disertai hujan lebat. Kejadian ini juga perlu dicatat.
7. Rebah akar.
Waktu pencatatan bersamaan dengan rebah batang. Pencatatan dilakukan terhadap jumlah tanaman yang condong/rebah dengan sudut $\leq 30^\circ$ dari permukaan tanah. Data dari 6 dan 7 dilaporkan dalam persentase per petak, sehingga jumlah tanaman per petak (dari 2 baris tengah) harus pula dicatat.
8. Menutupnya kelobot (*husk cover*).
Tingkat penutupan kelobot diberi skor 1 (baik) sampai 5 (jelek), dengan kriteria sebagai berikut:
 - Skor 1 : Kelobot menutup rapat dengan baik, sehingga beberapa tongkol dapat diikat menjadi satu pada ujung tongkol
 - Skor 2 : Kelobot menutup ketat hanya sampai ujung tongkol saja
 - Skor 3 : Kelobot menutup agak longgar diujung tongkol
 - Skor 4 : Kelobot menutup tongkol kurang baik, ujung tongkol terlihat
 - Skor 5 : Kelobot menutup tongkol sangat jelek, sebagian biji nampak tidak dilindungi kelobot.

Pedoman penilaian/sekor disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk penutupan kelobot dan sekor yang diberikan

9. Jumlah tanaman saat dipanen per petak.
Petakan terdiri atas empat baris, yang dipanen untuk pengambilan data adalah **2 baris di tengah**.
10. Jumlah tongkol yang dipanen.
Seluruh tongkol yang dipanen dicatat jumlahnya, kecuali tongkol yang sangat kecil dan hanya mempunyai beberapa biji.
11. Jumlah tongkol per tanaman.
Data ini dapat diperoleh dengan membagi seluruh tongkol yang dipanen dengan jumlah tanaman yang dipanen. Ini akan memberikan informasi tentang prolifikasi.
12. Tongkol busuk.
Untuk setiap petak yang dipanen, jika ada tongkol busuk karena serangan penyakit dimana masing-masing tongkol tersebut 33% (1/3) bagian busuk, catat sebagai satu yang busuk. Tingkat serangan penyakit bisa juga diberi skor (1-5) berdasarkan prosentase serangan. Pedoman penilaian skor seperti pada Gambar 2.



Keterangan:

- 1 = 0% tongkol terinfeksi
- 2 = 10% tongkol terinfeksi
- 3 = 20% tongkol terinfeksi
- 4 = 30% tongkol terinfeksi
- 5 = 40% atau lebih tongkol terinfeksi

Gambar 2. Tingkat serangan dan skor tongkol karena pathogen *Diplodia* spp. (atas) dan *Fusarium* sp (bawah)

13. Bobot tongkol kupasan.

Tongkol yang dipanen, setelah dikupas ditimbang beratnya per petak. Data ini akan digunakan untuk menghitung hasil per petak, selanjutnya dikonversi ke satuan berat per satuan luas.

14. Kadar air panen.

Setelah ditimbang bobot kupasan tongkol, diambil 5-10 tongkol sampel per petak lalu setiap tongkol dipipil bijinya 2 baris. Campurkan biji yang dipipil dan ukur kadar airnya dengan alat ukur (*Seed Moisture Tester*). Angka kadar air panen

digunakan untuk menghitung hasil pipilan kering pada kadar air (KA) standard (15%). Pengukuran KA biji waktu panen dilakukan pada hari yang sama dengan pengukuran berat tongkol kupasan.

15. Komponen hasil (optional).

Data komponen hasil diambil dari sejumlah tongkol sampel yang telah dikeringkan. Beberapa parameter yang perlu dicatat adalah:

- Bobot 1000 biji dalam kadar air 15%. Menghitung ini tidak harus 'menunggu' KA 15%. Biji yang dipipil sejumlah 1000 butir dapat langsung ditimbang dan diukur KA biji lalu angka dikonversi pada KA 15%.
- Panjang tongkol diukur dari pangkal sampai ke ujung tongkol yang berbiji.
- Lingkaran tongkol diukur di pertengahan tongkol.
- Jumlah baris per tongkol.
- Jumlah biji per baris.

16. Pengamatan keragaan tanaman.

Dapat dievaluasi secara visual pada umur 30, 45, 60, 75 HST. Penilaian menggunakan skor 1 (sangat baik), dan skor 5 (sangat jelek) terhadap petakan-petakan tanaman. Perhatian diarahkan pada keseragaman tumbuh tanaman, serangan hama dan penyakit secara umum, dan vigor. Bisa juga dilakukan pengamatan *seedling vigor* umur 15 HST. Dalam prakteknya cukup dilakukan satu kali, yaitu pada waktu rambut tongkol telah mengering tapi tanaman masih hijau. Dalam terminologi CIMMYT, skor ini disebut *plant aspect*.

17. Skor tongkol.

Dicatat waktu panen, sebelum mengambil sampel untuk menentukan kadar air. Susun dan letakkan semua tongkol secara teratur. Beri skor 1 (terbaik) sampai skor 5 (terjelek) dengan mempertimbangkan kerusakan karena hama dan penyakit, ukuran, mengisinya biji dan keseragaman. Dalam terminologi CIMMYT, hal ini disebut *ear aspect*.

18. Pengamatan serangan penyakit.

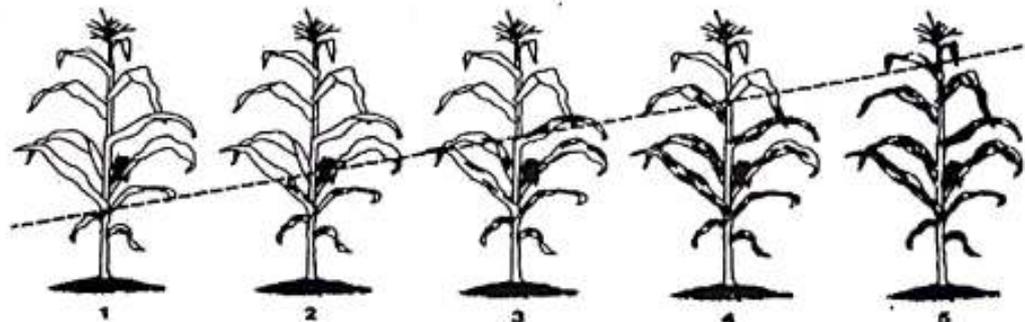
Pengamatan yang cermat dari serangan penyakit harus dilakukan pada stadia tumbuh yang tepat dimana tanaman terinfeksi. Amati kerusakan pada setiap petakan, terutama terhadap penyakit utama setempat (Tabel 1 dan Tabel 2). Penyakit-penyakit yang menginfeksi daun seperti hawar daun (*Helminthosporium maydis* atau *turcicum*), penyakit karat (*Puccinia* sp.), *Physoderma* dan lain-lain dapat dinilai (skor) 1 (resisten) sampai 5 (rentan). Data **penyakit bulai, busuk batang, dan "smut"** dicatat dengan menghitung jumlah tanaman terserang untuk dipersentasakan kemudian. Pedoman umum penilaian skor disajikan pada Gambar 3.

Tabel 1. Penyakit-penyakit penting yang menyebabkan kerusakan/infeksi pada daun dan dicatat menggunakan skor.

Nama penyakit	Nama pathogen
Hawar daun	<i>Helminthosporium maydis/turcicum</i>
Karat daun	<i>Puccinia sp.</i>
Bercak daun	<i>Curvularia spp.</i>
Hawar upih daun	<i>Rhizoctonia sp./Hypochnus</i>
Bercak daun	<i>Cercospora zae-maydis</i>

Tabel 2. Penyakit-penyakit penting menyerang tanaman jagung yang dicatat menggunakan jumlah tanaman terinfeksi dan dinyatakan dalam persentase.

Nama penyakit	Nama pathogen
Bulai	<i>Peronosclerospora maydis</i>
Busuk batang	<i>Fusarium spp.</i>
Busuk tongkol	<i>Gibberela/Fusarium/Diplodia</i>
Virus Mozaik	<i>Virus</i>
Gosong/ Smut	<i>Ustilago maydis</i>



Keterangan:

Skor 1: tidak ada serangan atau serangan terbatas pada 1 helai daun di bawah tongkol

Skor 2: serangan terlihat mencapai 2-3 helai daun di bawah tongkol

Skor 3: serangan telah mencapai 1-2 daun di atas tongkol

Skor 4: serangan makin terlihat pada 3-4 daun bagian atas tongkol dan merata

Skor 5: hampir semua bagian tanaman dan semua tanaman di petakan terserang

Gambar 3. Pedoman skor untuk penyakit infeksi daun.

19. Pengamatan serangan hama.

Bila benih percobaan diberi perlakuan insektisida untuk mengendalikan hama tertentu maka tidak perlu dilakukan pencatatan data serangan hama tersebut. Bila serangan suatu hama tidak menyebar pada petakan percobaan maka tidak banyak manfaat pencatatan secara rinci. Bila terdapat perbedaan serangan hama yang nyata antara perlakuan cukup diberi skor kerusakan 1-5, dimana 1 adalah tidak ada serangan dan 5 serangan amat berat. Data serangan hama terutama penggerek batang dilaporkan dalam persentase. Catat jumlah tanaman terserang per plot.

20. Konversi hasil per petak ke kg/ha.

$$\text{Hasil (kg/ha)} = \frac{10000}{L.P} \times \frac{100-KA}{100-15} \times B \times 0,80$$

K.A = Kadar air biji waktu panen

L.P = Luas panen (m²).

B = Bobot tongkol kupasan (kg)

0,80 = Rata-rata 'shelling percentage/rendemen'

Lebih baik kalau dihitung dengan membagi bobot pipilan/bobot tongkol .

Contoh menghitung hasil

- Menghitung luas panen: jarak tanam 75 x 25 cm (panen dua baris tengah, 20 rumpun, 40 tanaman), **luas petakan** yang dipanen (LP) adalah 1,5 x 5 m = 7,5 m².
- Jika, misalnya, berat tongkol yang sudah dikupas pada satu petakan adalah 7,40 kg, kadar air biji dari hasil pipilan sampel pada petakan tersebut 29,5%, dan rerata bobot pipilan/ bobot tongkol yang telah dipipil 0,78, maka hasil (kg/ha) petakan tersebut dikonversi pada KA 15% adalah:

$$\frac{(10.000 \text{ m}^2 / \text{ha})}{7,5 \text{ m}^2} \times \frac{(100 - 29,5)}{(100 - 15)} \times 7,40 \text{ kg} \times 0,78 = 6.383 \text{ kg/ha}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Bellon, M. R. 2001. Participatory Research Methods for Technology Evaluation: A Manual for Scientists Working with Farmers. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Bramel-Cox, P.J., Barker, T., Zavala-García, F., and Eastin, J.D. 1991. Selection and testing environments for improved performance under reduced-input conditions. p. 29-56. In *Plant Breeding and Sustainable Agriculture: Considerations for Objectives and Methods*. CSSA Special Publication No. 18, Madison, WI.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Theory and Technique. Volume I. McMillan Publishing Company. N.Y. 768 p.
- Kasim, F., S. Saenong, M. Aqil, dan Subandi. 2002. Jejaring Kerja Litkaji Jagung Nasional : Kolaborasi Balitsereal Dengan BPTP. Makalah disajikan pada Pertemuan Padu Padan (Link and Match) dan Umpan Balik Litkaji, 26 – 27 Agustus 2002 di BPTP Nusa Tenggara Barat, Mataram.
- Kasno, A., dan D. M. Arsyad. 2002. Pedoman/Petunjuk Teknis Pemuliaan Partisipatif pada Tanaman Kacang-Kacangan. Makalah disajikan pada Pembinaan Teknis dan Manajemen Shuttle Breeding Palawija. Malang, 19-20 Desember 2002. Agenda Puslitbang Tanaman Pangan.
- Miranda, J.B. 1985. Breeding methodologies for tropical maize. p. 177-206. In A. Brandolini and F. Salamini (ed) *Breeding Strategies for Maize Production Improvement in the Tropics*. FAO and Instituto Agronomico Per L'Oltremare, Firenze, Italy.
- Pandey, S., S.K. Vasal, and J.A. Deutsch. 1991. Performance of Open-pollinated maize cultivars selected from 10 tropical maize populations. *Crop Sci.* 31:285-290.
- Pandey, S., A.O. Diallo, T.M.T. Islam, and J. Deutsch. 1986. Progress from selection in eight tropical maize population using international testing. *Crop Sci.*: 26:879-884.
- Simmonds, N. W. 1984. Principles of Crop Improvement. Longman, London and New York. 408p.
- Smith, M.E. and Paliwal, R.L. 1997. Contributions of genetic resources and biotechnology to sustainable productivity increases in maize. p. 133 - 144. In K. Watanabe and E. Pehu (ed) *Plant Biotechnology and Plant Genetic Resources for Sustainability and Productivity*. R.G. Landes Company and Academic Press Inc. Austin, TX.
- Smith, M.E. and Zobel, R.W. 1991. Plant genetic interactions in alternative cropping systems: Considerations for breeding methods. p. 57-82. In *Plant Breeding and Sustainable Agriculture: Considerations for Objectives and Methods*. CSSA Special Publication No. 18, Madison, WI.
- Witcombe, J.R. 1996. Participatory approaches to plant breeding and selection. *Biotechnology and Development Monitor*. No. 29, December 1996.

4. Pemuliaan Partisipatif Tanaman Kacang-kacangan

PENDAHULUAN

Pemuliaan tanaman secara sederhana didefinisikan sebagai upaya untuk mendapatkan varietas yang lebih unggul dari varietas yang sudah ada. Keunggulan suatu varietas dapat dinilai berdasarkan hasil, mutu hasil, ketahanan terhadap hama penyakit dan toleransi terhadap cekaman lingkungan abiotik. Tolok ukur keunggulan varietas mengisyaratkan bahwa pemuliaan tanaman memerlukan kerja sama berbagai bidang keahlian, terutama genetika, biologi, ekofisiologi, entomologi, fitopatologi dan statistika.

Pemuliaan tanaman merupakan proses yang berjenjang dan bertahap hingga dilepasnya varietas unggul baru. Proses ini memerlukan waktu 5-7 tahun. Terdapat tiga kegiatan utama dalam pemuliaan tanaman, yakni: (1) pembentukan populasi dasar yang memiliki keragaman genetik untuk karakter yang diperbaiki; (2) pembentukan galur-galur sebagai unit seleksi dari populasi dasar; dan (3) seleksi galur melalui uji daya hasil. Semua tahapan tersebut dapat dilakukan sendiri oleh lembaga penyelenggara pemuliaan, namun untuk tahapan tertentu dapat pula dikerjakan bersama-sama dengan pihak lain (partisipan) seperti petani, penyuluh, dosen, mahasiswa, dan pengkaji.

Kegiatan pemuliaan yang dikerjakan oleh institusi yang berbeda dikenal dengan pendekatan **pemuliaan partisipatif**. Pemuliaan partisipatif dibedakan ke dalam dua pendekatan, yakni: (1) *Formal-led Partipatory Breeding* dan (2) *Farmer-led Partipatory Breeding*. Pada pendekatan pertama, partisipan melakukan kegiatan pemuliaan tertentu, biasanya seleksi dan uji daya hasil galur yang dihasilkan lembaga penyelenggara pemuliaan tanaman. Pada pendekatan kedua, partisipan melakukan kegiatan pemuliaan dan pemulia tanaman dari lembaga penyelenggara pemuliaan memberikan bimbingan dalam proses seleksi dan pengelolaan benihnya.

Di Indonesia, pemuliaan kedelai dilakukan oleh swasta (Monagro Kimia, Mitra Tani) dan perguruan tinggi (Universitas Padjadjaran, Universitas Jenderal Sudirman dan Universitas Negeri Jember). Pemuliaan kacang-kacangan lainnya ditangani oleh Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi).

Lembaga penelitian internasional seperti ICRISAT, AVRDC, dan INSOY melibatkan banyak lembaga penelitian nasional dalam uji multilokasi dan galur terbaik dilepas sebagai varietas unggul oleh negara partisipan, termasuk Indonesia. Pendekatan pemuliaan partisipatif akan memberikan kesempatan kepada berbagai lembaga penelitian untuk melakukan tukar-menukar plasma nutfah, pengetahuan, dan pengalaman.

Tujuan pemuliaan partisipatif adalah untuk meningkatkan efisiensi sumberdaya dan produktivitas program pemuliaan dalam menghasilkan varietas unggul. Bagi Indonesia yang memiliki keragaman agroekosistem, pemuliaan partisipatif memungkinkan bagi terbentuknya varietas deskriminatif, sesuai dengan yang diinginkan.

PERANCANGAN PEMULIAAN PARTISIPATIF

Pendekatan

Kegiatan pemuliaan formal tanaman kacang-kacangan di Indonesia terutama dilakukan oleh Balitkabi. Pendekatan pemuliaan partisipatif yang telah berlangsung hingga kini tergolong ke dalam *Formal-led Participatory Breeding*. Petani dan pengkaji di BPTP mulai berpartisipasi aktif dalam kegiatan seleksi melalui uji daya hasil lanjutan dan uji multilokasi dari galur harapan yang dihasilkan oleh Balitkabi. Dengan terbatasnya sumberdaya yang tersedia sebagai *co-breeder* di BPTP, maka hingga beberapa tahun mendatang pendekatan *Formal-led Participatory Breeding* masih menjadi perhatian utama. Pemuliaan perlu tenaga dan keterampilan khusus dan tidak dapat dilakukan sebagai kegiatan sambilan.

Tugas dan Tanggung Jawab

Pembagian tugas pada setiap kegiatan pemuliaan dan pembiayaan dapat dikemukakan dengan berbagai model, yakni partisipasi penuh dan partisipasi sebagian. Model partisipasi penuh dan partisipasi sebagian disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Model partisipasi penuh pemuliaan tanaman.

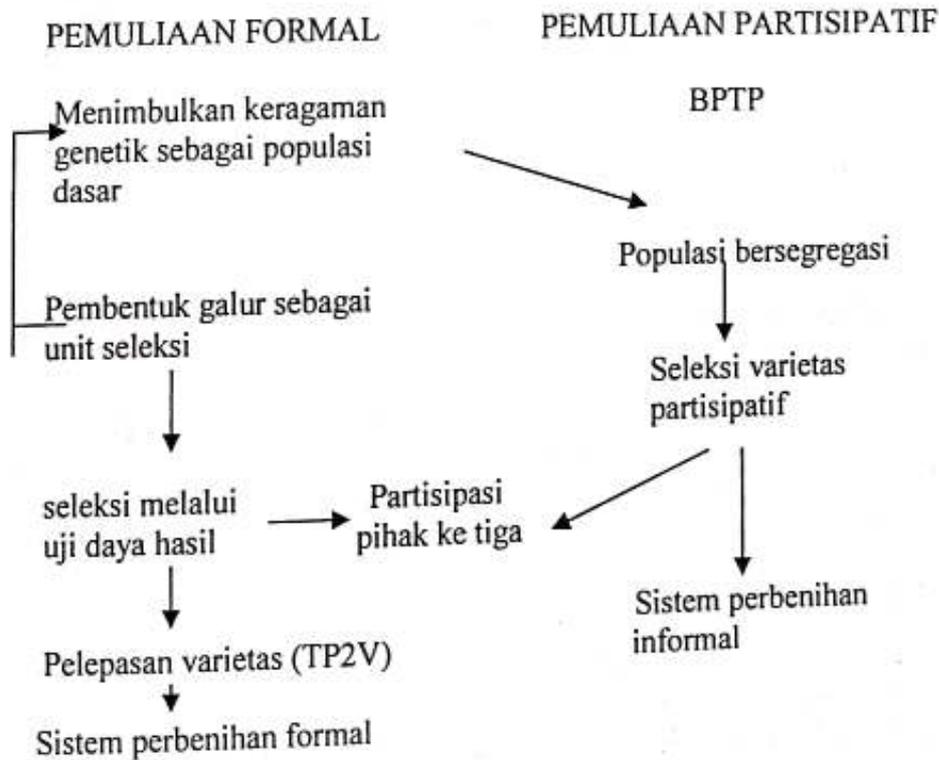
Kegiatan/subkegiatan	Tugas	Biaya
Pembentukan populasi dasar		
a. Identifikasi tetua sebagai sumber gen	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
b. Persilangan	Pemulia Balit	Balit
c. Perbanyakkan F1	Pemulia Balit	Balit
Pembentukan galur sebagai unit seleksi (F3-F5) dengan skema seleksi pedigree	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
Seleksi melalui uji daya hasil:		
a. Uji daya hasil pendahuluan	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
b. Uji daya hasil lanjutan	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
c. Uji multilokasi	Pemulia Balit, BPTP,	Balit dan BPTP
Produksi benih penjenis (BS)	Petani	
Produksi benih FS	Balit	Balit dan BPTP

Model pemuliaan dengan partisipasi penuh hanya mungkin dilakukan bila kedua belah pihak memiliki kemampuan dan komitmen yang sama dalam melaksanakan program. Bila pihak lain, misal BPTP belum memiliki kemampuan memadai atau belum memiliki tenaga pemuliaan tanaman, maka model partisipasi sebagian paling sesuai untuk diterapkan. Peneliti BPTP dapat terlibat dalam kegiatan

identifikasi sumber gen pada lingkungan seleksi di wilayahnya, seleksi melalui uji daya hasil dan uji multilokasi galur harapan. Secara bertahap keterlibatan pemulia BPTP dapat ditingkatkan sejalan dengan meningkatnya kemampuan yang bersangkutan.

Tabel 2. Model partisipasi-sebagian (*formal-led participatory breeding*)

Kegiatan/Subkegiatan	Tugas	Biaya
Pembentukan populasi dasar		
a. Identifikasi tetua sebagai sumber gen	Pemulia Balit	Balit
b. Persilangan	Pemulia Balit	Balit
c. Perbanyak F1	Pemulia Balit	Balit
Pembentukan galur sebagai unit seleksi (F3-F5) dengan skema seleksi pedigree	Pemulia Balit	Balit
Seleksi melalui uji daya hasil:		
a. Uji data hasil pendahuluan	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
b. Uji daya hasil lanjut	Pemulia Balit dan BPTP	Balit dan BPTP
c. Uji multilokasi	Pemulia Balit, BPTP, Petani.	Balit dan BPTP



Gambar 1. Hubungan pemuliaan formal dengan pemuliaan partisipatif.

Pemilihan Program Pemuliaan Partisipatif

Pengembangan program pemuliaan partisipatif perlu mempertimbangkan:

1. Masalah yang menjadi sasaran pengembangan varietas baru dinilai cukup serius dan layak, sehingga hasil yang akan diperoleh memberikan dampak yang berarti.
2. Komoditas yang akan diperbaiki memiliki keunggulan kompetitif.
3. Masalah yang dihadapi tersebut tidak dapat atau sukar diatasi dengan cara yang lain, dan pemuliaan tanaman memiliki potensi untuk memecahkan masalah.
4. Pendekatan melalui pemuliaan dapat dilakukan bila:
 - a. Tersedia tetua sebagai sumber gen untuk mengatasi masalah yang dihadapi dan sifat tersebut dapat diwariskan.
 - b. Tersedia dan dikuasai metode pemuliaan untuk perbaikan sifat yang bersangkutan.
 - c. Tersedia pemulia tanaman yang memahami masalah yang bersangkutan.
 - d. Tersedia tenaga pembantu pemulia (*co-breeder*) pada instansi di lingkungan target.
 - e. Tersedia dana dan fasilitas pendukung program pemuliaan.

Bila semua unsur tersebut terpenuhi, maka penyusunan program pemuliaan partisipatif dapat dimulai.

Pemilihan Lingkungan Target

Lingkungan target pengembangan kacang-kacangan, terutama kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau di Indonesia sangat beragam. Idealnya, di setiap lingkungan sentra produksi yang khas terdapat varietas yang beradaptasi khusus di lingkungan tersebut. Lingkungan yang menghendaki varietas yang spesifik adalah:

1. Lahan masam
2. Lahan salin
3. Lahan kahat hara
4. Lahan dataran tinggi
5. Lahan basah
6. Penaungan
7. Kekeringan
8. Daerah endemik biotipe hama tertentu
9. Lahan endemik ras penyakit tertentu

Dalam pemuliaan partisipatif akan terjadi migrasi bahan pemuliaan (plasma nutfah, populasi dasar, galur) dari Balit ke BPTP dan sebaliknya. Bahan pemuliaan yang telah diuji di lingkungan target seleksi akan mengalami migrasi balik ke Balit untuk dilakukan pengujian terhadap sifat lain yang belum atau tidak diuji oleh BPTP.

TEKNIK PEMULIAAN

Pemuliaan bekerja atas dasar keragaman karakter yang diinginkan yang terdapat di dalam populasi dasar. Keragaman di dalam populasi dasar tersedia secara alami, dan bila tidak tersedia, maka keragaman genetik untuk karakter tersebut perlu ditimbulkan dengan berbagai cara seperti persilangan buatan, mutasi buatan, poliploidisasi dll.

Varietas unggul kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau dikembangkan dari galur tunggal yang terunggul atau kombinasi beberapa galur unggul.

Teknik pemuliaan yang biasa diterapkan dan banyak menghasilkan varietas unggul kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau pada populasi yang secara alami memiliki keragaman untuk karakter yang diinginkan adalah: (a) seleksi galur murni; dan (b) seleksi massa. Sedangkan teknik pemuliaan yang biasa diterapkan pada populasi yang memiliki keragaman untuk karakter yang diinginkan secara buatan adalah: (a) seleksi pedigree; (b) seleksi curah (*bulk*) (terbatas, berstrata); (c) seleksi penurunan satu biji; dan (d) seleksi silang balik.

Seleksi Galur

Varietas lokal yang dikembangkan dalam jangka waktu yang lama berpeluang memiliki keragaman genetik sebagai akibat silang liar, mutasi alam, seleksi alam, percampuran dengan varietas lain secara fisik. Pada populasi demikian dapat dilakukan seleksi galur atau seleksi individu galur-galur homozigot (seragam) sebagai calon varietas baru. Galur yang terbentuk dievaluasi daya hasilnya lebih lanjut dan yang terbaik diteruskan hingga uji multilokasi. Setelah melalui uji multilokasi dan ternyata memiliki keunggulan, maka galur tersebut dapat dilepas sebagai varietas unggul baru.

Varietas yang dikembangkan dengan metode ini antara lain adalah Argomulyo, Bromo, Burangrang, Anjasmoro, Mahameru, Jayawijaya, dan Tidar untuk kedelai serta varietas KP4 dan KP7 untuk kacang panjang, dan varietas KB 5 dan KB 6 untuk buncis.

Seleksi Massa

Seleksi massa bertujuan untuk mendapatkan dan mengembangkan varietas yang terdiri dari banyak galur, namun memiliki kemiripan satu sama lain sehingga sukar dibedakan secara visual.

Seleksi dapat dilakukan dengan membuang individu yang jelek (seleksi massa negatif) atau mengambil individu yang baik (seleksi massa positif) dan mencampurkannya menjadi satu populasi. Seleksi massa dilakukan selama beberapa siklus sehingga dihasilkan populasi yang memiliki bentuk dan rupa umum yang dikehendaki. Populasi galur yang dihasilkan dari seleksi massa selanjutnya dievaluasi daya hasilnya hingga uji multilokasi.

Perbaikan bentuk dan rupa umum galur harapan asal introduksi di Indonesia sering dilakukan dengan cara seleksi massa positif. Varietas hasil seleksi massa antara lain adalah varietas Dempo untuk kedelai, varietas Singa dan Panter untuk kacang tanah, varietas Murai dan Perkutut untuk kacang hijau, masing-masing berasal dari INSOY-USA; ICRISAT-India; dan AVRDC-Taiwan.

Seleksi galur atau seleksi massa dapat dilakukan di lingkungan lahan masam, lahan salin, lahan kahat hara, lahan dataran tinggi, lahan endemik hama dan penyakit. Seleksi di lingkungan tersebut selain akan menghasilkan galur yang memiliki peluang untuk beradaptasi pada lingkungan seleksi tersebut, juga sekaligus akan menghasilkan galur sebagai sumber gen. Galur sebagai sumber gen toleran lahan

masam, lahan salin dan lain-lain diperlukan bila terdapat karakter lain yang ingin diperbaiki melalui persilangan dengan tetua yang diinginkan.

Skrining secara substantif merupakan kegiatan seleksi massa atau seleksi galur dari populasi alam atau populasi generasi lanjut.

Seleksi Populasi Bersegregasi (Keragaman Buatan)

Persilangan buatan bertujuan untuk memperoleh keragaman genetik sehingga galur varietas yang dihasilkan memiliki paduan sifat yang diwariskan oleh tetuanya. Sifat tersebut misalnya daya hasil tinggi dan umur pendek, daya hasil tinggi dan tahan penyakit/hama tertentu, daya hasil tinggi dan toleran kekeringan, daya hasil tinggi dan toleran terhadap keracunan aluminium, daya hasil tinggi dan toleran naungan, daya hasil tinggi dan kandungan protein biji tinggi, dan sebagainya. Memadukan tiga sifat atau lebih pada suatu galur dapat saja dilakukan, namun peluang keberhasilannya lebih kecil dibandingkan dengan penggabungan dua sifat. Suatu galur atau genotipe mungkin hanya memiliki satu atau dua sifat unggul, tetapi memiliki kelemahan dalam sifat lain.

Pembentukan Galur sebagai Unit Seleksi

Perakitan varietas baru untuk tanaman menyerbuk-sendiri diamati dengan seleksi individu, kemudian mengevaluasi keturunannya (progeny) sebagai galur, dan melepas galur yang superior sebagai varietas baru. Seleksi individu dapat dilakukan pada generasi awal (F₂) atau pada generasi lanjut (F₅). Seleksi yang dimulai pada generasi F₂ dan F₅ masing-masing dikenal dengan seleksi *pedigree* atau *silsilah*, dan seleksi *bulk*. Guna mengatasi masalah besarnya ukuran populasi bila menggunakan metode *bulk*, maka dilakukan modifikasi yang dikenal dengan *single seed descent* (SSD) atau keturunan biji tunggal. Untuk karakter yang dihasilkan melalui persilangan dua tetua yang memiliki sifat serupa, pembentukan galurnya sering dilakukan dengan metode uji generasi awal (*early generation testing*). Pemilihan metode pembentukan galur ditentukan oleh pemulia tanaman, namun sebagai patokan dapat dikemukakan bahwa: (1) karakter atau sifat yang memiliki daya pewarisan rendah (heritabilitas) biasanya diseleksi dengan metode *bulk*; dan (2) karakter yang memiliki heritabilitas tinggi diseleksi dengan metode seleksi *pedigree*.

Metode *pedigree* dan seleksi massa tanpa rekombinasi hanya dapat digunakan di lingkungan dimana seleksi untuk karakter yang diinginkan dapat dilakukan. Metode *bulk* kurang sesuai pada lingkungan dimana seleksi alam lebih menguntungkan bagi genotipe yang tidak diinginkan. Metode *early generation testing* harus dilakukan di lingkungan dimana karakter dapat diukur secara tepat. Metode *single seed descent* dapat digunakan pada berbagai kondisi lingkungan tanpa mengindahkan kesesuaiannya dengan seleksi buatan atau seleksi alam. Pemulia perlu menggunakan berbagai variasi metode penggaluran sesuai dengan kondisi lingkungan yang tersedia. Secara sederhana prosedur seleksi *pedigree*, *bulk* dan SSD disajikan pada Tabel 1.

Tujuan pembentukan galur adalah untuk menghasilkan galur-galur homozigot dengan tolok ukur seleksi hasil per tanaman dan karakter lainnya diamati atas individu tanaman. Populasi yang berasal dari persilangan memiliki

keragaman genetik dan proporsi (frekuensi) genotipe heterozigot terbesar pada generasi F2. Pada generasi selanjutnya, proporsi genotipe heterozigot akan berkurang sebesar 50% untuk setiap generasi silang diri (*selfing*). Proporsi heterozigot pada generasi ke- n adalah $(1/2)^n$ dan proporsi homozigot adalah $1-(1/2)^n$, dimana untuk F2, $n=1$. Secara teoritis diperlukan 8-10 generasi untuk mencapai homozigot, namun secara visual keragaan pada tanaman kacang-kacangan pada generasi F4-F5 sudah sulit dikenali. Dengan alasan praktis tersebut, seleksi *bulk* dilakukan pada F4-F5 dengan harapan mendapatkan segregan transgresif. Segregan transgresif adalah keturunan dengan rekombinasi gen baru yang memiliki penampilan lebih baik dari tetua terbaiknya.

Seleksi melalui Uji Daya Hasil

Berbagai galur yang dihasilkan dari kegiatan pembentukan galur digunakan sebagai unit seleksi melalui uji daya hasil. Pada uji daya hasil, tolok ukur seleksinya adalah **hasil per petak** dan pengamatan karakter lain dilakukan juga per petak. Pemilihan galur menggunakan varietas pembanding dari tetua terbaiknya dan dengan varietas unggul populer. Karenanya, uji daya hasil menggunakan berbagai rancangan seperti acak kelompok dengan beberapa ulangan.

Tabel 1. Metode dan prosedur penggaluran pada tanaman menyerbuk-sendiri

Metode penggaluran	Musim tanam	Prosedur
Pedigree	1	Membuat persilangan guna menghasilkan biji F1
	2	Memperbanyak tanaman F1 dan diperoleh populasi F2
	3	Benih F2 ditanam dan tanaman yang dipilih dipanen per individu
	4	(menghasilkan benih F3)
	5	Benih galur F3 ditanam satu baris per galur, dan 5-6 tanaman dipilih dari baris-baris terbaik dan dipanen per individu (terpisah antara tanaman) (menghasilkan benih F4)
	6	Benih galur F4 ditanam satu baris per galur, dan 5-6 tanaman dipilih dari baris-baris terbaik dan dipanen per individu (benih F5)
	7	Benih galur F5 ditanam satu baris per galur, dan 5-6 tanaman dipilih dari baris-baris terbaik dan dipanen per individu (benih F6)
	8	Benih galur F6 ditanam satu baris per galur, dan baris-baris terbaik dipanen semuanya dan benihnya digabung (benih F7)
	8-9	Galur-galur F7 diuji daya hasilnya (uji daya hasil pendahuluan)
	10-11	Galur terpilih diuji daya hasilnya lagi dalam 2 musim dan sedikitnya di dua lokasi (uji daya hasil lanjutan) (UHDL) Galur terpilih dari UDHL disebut sebagai galur harapan, selanjutnya diuji multilokasi di 8 lokasi sentra produksi dalam 2 musim tanam. Usulan ke Tim Penilai dan Pelepas Varietas.
Bulk	1	Membuat persilangan guna menghasilkan biji F1
	2-4	Reproduksi populasi F2-F4
	5	Seleksi individu superior pada populasi F5, individu terpilih berkisar 3000-
	6	5000 tanaman
	7	Setiap individu terpilih (F6) ditanam pada petak tunggal terpisah (3000-5000 baris) dan dilakukan observasi dan penyeragaman dengan seleksi massa pada setiap barisan tanaman. Pilih barisan tanaman yang sesuai dengan kriteria seleksi. Populasi tanaman dari individu terpilih diperbanyak dan dilakukan observasi dan penyeragaman dengan seleksi massa. Dengan intensitas seleksi, misal
	8	5% akan terpilih 150-250 galur homozigot sebagai unit seleksi uji daya hasil.
	8-9	Uji daya hasil pendahuluan
10-11	Uji daya hasil lanjutan Uji Multilokasi	

Single seed descent	1	Membuat persilangan untuk menghasilkan populasi F1
	2	Perbanyak populasi F1 untuk menghasilkan populasi F2
	3	Sebanyak 250 benih F2 ditanam, dan dari setiap tanaman dipanen satu polong (berbiji tiga) dan benih hasil panen digabung.
	4	Diambil 250 benih F3 untuk ditanam pada musim berikutnya, dan sisa benih disimpan sebagai cadangan
	5	Ke 250 benih F3 ditanam, dan dari setiap tanaman dipanen satu polong (berbiji tiga) dan benih hasil panen digabung.
	5	Diambil 250 benih F4 untuk ditanam pada musim berikutnya, dan sisa benih disimpan sebagai cadangan
	6	Ke 250 benih F4 ditanam, dan tanaman dipanen per individu
	7	Ke 250 galur F5 dievaluasi daya hasilnya (UDHP)
	7-8	UDHL
	8-9	Uji Multilokasi
10	Usulan pelepasan Varietas	
Early generation testing (Uji generasi awal)	1	Membuat persilangan untuk menghasilkan populasi F1
	2	Memperbanyak F1 guna menghasilkan populasi F1
	3	Benih F2 ditanam dan tanaman yang diinginkan dipanen per individu
	4	Galur-galur F3 dievaluasi daya hasilnya dengan tanpa ulangan dan dipilih galur-galur terbaik
	5	Galur-galur F4 pilihan dievaluasi daya hasilnya dengan berulangan, dan tanaman pinggir (<i>border rows</i>) dipanen secara individu
	6	Keturunan dari individu tanaman F4 yang dipanen dari galur F4 yang superior, dievaluasi daya hasil dan sifat-sifat lainnya
	7-8	Galur-galur terpilih dievaluasi daya hasil dan sifat-sifat agronomisnya di berbagai lokasi dan beberapa musim
		Uji Multilokasi.

Uji daya hasil dibedakan ke dalam uji daya hasil pendahuluan (UDHP), uji daya hasil lanjut (UDHL), dan uji multilokasi (UML). Pada uji daya hasil pendahuluan, jumlah galur yang diuji banyak, namun benih yang tersedia belum banyak, sehingga UDHL umumnya dilakukan pada satu lokasi dan satu musim dan ukuran petaknya seringkali belum mencapai ukuran minimum 8 m². Pada UDHL, galur yang diuji biasanya berkisar 5-10% dari total galur UDHP dan dilakukan sedikitnya di dua lokasi dalam dua musim. Tujuannya adalah untuk menghindari kesalahan pemilihan galur karena pengaruh interaksi galur, musim, dan lokasi. Galur yang terpilih dalam UDHL berkisar 2,5-5% dan disebut sebagai galur harapan, yang selanjutnya dipilih lagi yang terbaik melalui uji multilokasi dalam **delapan lokasi** dalam **dua musim** tanam di setiap lokasi. Satu-dua galur harapan terpilih dari uji multilokasi diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru. Waktu yang diperlukan sejak persilangan hingga usulan pelepasan varietas berkisar 10-11 musim tanam, atau 5,0-5,5 tahun. Hal tersebut menyiratkan besarnya tenaga, biaya, dan fasilitas pendukung agar benih bertahan hidup selama proses seleksi. Dalam kaitan itu, pemuliaan partisipatif memiliki arti penting, efisien dalam pengujian pada lingkungan yang beragam, agar dihasilkan varietas deskriminatif atau varietas yang beradaptasi khusus.

Varietas yang telah dilepas, benih penjenisannya masih terbatas, berkisar 150-300 kg dan terus diperbanyak menjadi benih dasar (FS), benih pokok (SS), dan benih tangkar yang dibeli dan ditanam petani. Jadi masih perlu waktu sekitar 2 tahun untuk mengembangkan benih varietas unggul ke petani.

Teknik Seleksi

Dalam program pemuliaan tanaman untuk ketahanan atau toleransi terhadap cekaman lingkungan (non-biotik), teknik seleksi yang dilakukan dapat dibedakan ke

dalam: (a) seleksi tidak langsung (*indirect breeding*); (b) seleksi langsung (*direct breeding*); dan (c) seleksi pada lingkungan terkontrol (Lewis dan Christiansen, 1981).

Seleksi Tidak Langsung untuk Cekaman Lingkungan

Pemuliaan dengan seleksi tidak langsung biasanya dilakukan melalui uji multilokasi (*regular field performance trials*), dimana bahan-bahan pemuliaan tidak terdapat masalah cekaman lingkungan. Jika di wilayah kerja (wilayah mandat) tersebut. Dalam pemuliaan tidak langsung, pengujian juga dilakukan di lokasi direncanakan dan dilakukan terhadap cekaman lingkungan. Hasil yang diperoleh yaitu varietas yang tahan/toleran terhadap cekaman lingkungan. Sebagai contoh, Lafever *et al.* (1977) melaporkan adanya perbedaan yang nyata antara varietas gandum dan barley untuk sifat toleransi terhadap lahan masam yang mengandung aluminium tinggi. Lebih jauh Foy *et al.* (1977) dalam Lewis dan Christiansen (1981) menyimpulkan bahwa varietas yang diseleksi di wilayah Amerika Timur tanpa disengaja memiliki sifat yang toleran terhadap aluminium, sedangkan yang diseleksi di wilayah Indiana lebih peka terhadap aluminium, dimana di wilayah tersebut tidak terdapat masalah cekaman aluminium.

Seleksi Langsung untuk Cekaman Lingkungan

Seleksi langsung di wilayah cekaman lingkungan

Dengan metode ini, lokasi seleksi sengaja dipilih yang representatif untuk cekaman lingkungan yang dimaksud. Kondisi lingkungan harus seragam (*uniform*). Suhu dan curah hujan merupakan lingkungan yang sering berubah dari lokasi ke lokasi dan dari musim ke musim. Cekaman faktor tanah tidak banyak berubah dari waktu ke waktu, namun bervariasi cukup besar dari lokasi ke lokasi. Oleh karena itu, pemulia mengalami kesulitan untuk memperoleh contoh lingkungan yang cukup dalam jangkauan program pemuliaan. Pemulia memilih lokasi yang memiliki tingkat cekaman lingkungan dimana antara genotipe tahan/ toleran dan peka dapat dibedakan.

Teknik di atas telah digunakan dalam program pemuliaan gandum di Brazil (da Silva, 1976 dalam Lewis dan Christiansen, 1981). Lokasi yang dipilih adalah lahan masam dengan kandungan aluminium tinggi, sehingga tekanan seleksi yang terjadi nyata. Genotipe yang peka mengalami kematian, sedangkan yang toleran memberikan hasil yang baik. Di Indonesia, teknik ini diterapkan pada pemuliaan kedelai toleran lahan masam dan telah menghasilkan varietas Tanggamus, Kaba, dan Nanti.

Seleksi pada lingkungan terkontrol

Dengan teknik ini, seleksi dilakukan pada lingkungan terkontrol (homogen), terutama pada skrining dan seleksi tahap awal. Lingkungan seleksi dapat menggunakan media larutan (*solution culture*), media pot, atau *growth chamber*. Media/lingkungan seleksi betul-betul tepat sesuai dengan tekanan seleksi yang diinginkan. Lafever *et al.* (1977) menemukan bahwa panjang akar dapat digunakan sebagai kriteria seleksi gandum pada media larutan yang mengandung aluminium,

dan sifat ini berkorelasi dengan hasil biji galur tersebut yang ditanam pada tanah dengan kandungan aluminium tinggi. Metode ini dapat digunakan untuk menyeleksi populasi bersegregasi.

AKSELERASI PROGRAM PEMULIAAN PARTISIPATIF

Seleksi melalui uji daya hasil merupakan tahap paling kritis dalam kegiatan pemuliaan karena terbentur pada waktu, tenaga dan biaya. Telah banyak upaya yang dilakukan, terutama melalui pendekatan statistik, yang hasilnya di lapangan belum memuaskan karena waktu dan biaya pengujian masih cukup besar. Karenanya, diperlukan upaya lain tetapi dari sisi statistik masih dapat diterima dan secara ekonomis layak.

Banyak kajian telah dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut, namun umumnya melalui pendekatan statistik, yakni upaya untuk menekan galat percobaan sekecil mungkin melalui uji berdasarkan kombinasi optimum ulangan, musim, dan lokasi (LeCreg, 1966). Mak *et al.* (1978) menyarankan penggunaan analisis peragam untuk mengurangi pengaruh keragaman tanah. Sayangnya, hal itu belum dikembangkan ke dalam suatu sistem analisis yang lengkap (Busey, 1983). Bagi negara seperti Indonesia yang memiliki keragaman lingkungan sangat besar, namun dalam luasan yang sempit, McWhirter (1994) menyarankan agar pengujian galur dilakukan di lahan petani. Dengan cara tersebut, tahap seleksi akhir dilakukan oleh petani. Pengenalan varietas dan perbanyakan benih dapat dilakukan sekaligus sehingga efisiensi waktu pemuliaan dapat dicapai.

Perlunya alternatif program untuk mengatasi masalah biaya tinggi dan waktu panjang dalam pengujian galur didasarkan pada kenyataan bahwa:

1. Pengujian galur pada program pemuliaan konvensional berskala kecil. Hal tersebut dinilai mahal karena sifatnya padat karya dan akan menambah waktu dalam menghasilkan varietas.
2. Tuntutan mengumpulkan data dalam beberapa musim dari berbagai lokasi akan menyita waktu lama.
3. Program pengujian rawan terhadap kegagalan karena data hilang, gangguan musim (kekeringan dan banjir), serangan organisme pengganggu yang berakibat pada bertambah lamanya waktu pengujian.
4. Waktu yang diperlukan untuk pengujian adalah empat musim (dua musim penghujan dan 2 musim kemarau) jika interaksi genotipe x lingkungan dapat diabaikan, tetapi perlu 6-8 musim bila pengumpulan data semua musim dan lokasi merupakan syarat penting bagi suatu galur untuk dilepas sebagai varietas.
5. Waktu pengujian yang lama tanpa adanya jaminan terhadap keberhasilan dalam melepas varietas kurang menarik bagi penyandang dana dalam membiayai pengujian yang mungkin tertarik untuk memegang lisensi bila varietas dilepas.
6. Pengujian galur menjadi dilema, karena tanpa melalui tahap pengujian galur maka tidak ada program pemuliaan dan tidak akan ada varietas yang dilepas.

Pengujian atau seleksi harus mendapatkan keuntungan/kemajuan seleksi yang besar, yang secara matematik dirumuskan sebagai berikut:

$$X_t = X_o + \Delta G$$

dimana:

X_t = nilai tengah galur setelah seleksi

X_o = nilai tengah galur sebelum seleksi

ΔG = keuntungan genetik dari seleksi.

$\Delta G = k.p.S^2_g / \{y(S^2_g + S^2_{ge} + S^2_e)\}$

dimana:

k = intensitas seleksi dalam unit standar

p = kontrol polinasi

S^2_g = ragam genetik tersedia di dalam galur

S^2_{ge} = ragam interaksi genotipe dan lingkungan

S^2_e = ragam lingkungan

Y = waktu yang diperlukan dari pembentukan populasi hingga pengujian.

Guna memperbesar keuntungan atau kemajuan seleksi, maka intensitas seleksi, kontrol polinasi, dan ragam genetik aditif harus besar, dengan waktu (y), ragam interaksi genotipe dan lingkungan serta ragam lingkungan harus kecil.

Intensitas seleksi (k) akan besar bila:

- galur yang diuji banyak (>200 galur)
- persentase galur yang dipilih kecil
- untuk intensitas seleksi 2, 5, 10, 20, dan 30%, nilai k berturut-turut adalah 2,42, 2,06, 1,76, 1,40, dan 1,16 (Allard, 1960).

Kontrol polinasi (p):

- $p = 1$ untuk tanaman berserbuk-sendiri, karena gamet jantan dan betina yang dipilih berasal dari tanaman itu sendiri.
- Pada tanaman berserbuk-silang, $p = 0,5$ bila hanya induk betina yang dipilih, dan induk jantan berasal dari populasi (misal seleksi massa pada jagung).

$p = 1$ bila gamet jantan DNA betina dipilih.

Ragam genetik aditif besar jika:

- galur yang diuji banyak,
- galur yang diuji berkerabat jauh (misalnya asal F2),
- galur yang diuji mendekati homosigot, dan
- galur yang diuji berasal dari hasil silangan di antara tetua yang memiliki latar belakang genetik yang berbeda.

Waktu (y) akan kecil jika:

Semakin singkat waktu yang diperlukan dari pembentukan populasi dasar hingga pengujian semakin efisien program pemuliaan, karena biaya yang diperlukan untuk membuat varietas semakin rendah.

Cara:

- 2-3 kali tanam/tahun
- menggunakan skema seleksi SSD (*single seed descent*)
- uji daya hasil mulai dari F4/F5.

Memperkecil GE dan E dengan:

1. Uji di lingkungan yang relatif homogen dan representatif
2. Kombinasi ulangan, musim dan lokasi optimum.
3. Penguasaan terhadap kontrol lokal suatu percobaan memadai.

Partisipasi Petani dalam Pengujian

Pengujian galur untuk sifat kuantitatif yang bernilai ekonomi dengan skala kecil memerlukan metode pengujian yang cepat dan teliti, namun yang tersedia adalah metode pengujian cepat dengan tingkat ketelitian yang kurang memadai. Fehr (1987) menyarankan uji galur dengan susunan sistematis (*systematic arrangement of lines*) tanpa ulangan. Menurut metode ini, varietas pembanding ditanam dengan selang teratur di suatu tempat pengujian yang representatif bagi pengembangan varietas bila dilepas, dan galur uji ditanam di dekatnya. Sekitar 16% dari pemulia kedelai di Amerika Serikat telah menerapkan metode tersebut.

McWhirter (1994) mengusulkan penggunaan metode uji satu lawan satu (*head to head test*). Menurut metode tersebut, galur baru ditanam tanpa ulangan oleh petani, dan satu demi satu dibandingkan dengan varietas pembanding (unggul lama).

Metode uji galur satu lawan satu dapat dimodifikasi sehingga dapat diterapkan di Indonesia. Jumlah galur yang diuji dapat diperluas antara 10 hingga 20 galur pada tahap awal. Selanjutnya hanya satu atau beberapa galur saja yang diteruskan pengujiannya dengan partisipasi penuh dari petani, namun dengan pengawasan dan bimbingan pemulia.

Penerapan uji galur satu lawan satu di lahan petani bergantung dari kemampuan dalam menyediakan benih. Sebagai contoh, untuk menguji satu galur diperlukan 20 kg benih untuk 20 orang petani, dan bila akan menguji 20 galur akan melibatkan 400 petani. Melibatkan 200 orang petani akan berpeluang mendapatkan contoh lingkungan yang banyak disertai dengan ragam lingkungan yang besar. Padahal yang diinginkan adalah ragam lingkungan yang kecil. Burton (1974) megemukakan bahwa seleksi fenotipik dapat dilakukan pada populasi kecil, cukup 25 tanaman di dalam suatu populasi besar. Pada tanaman kacang-kacangan, 25 tanaman setara dengan luas 1 m². Untuk mengurangi besarnya kebutuhan benih, maka petak percobaan dapat dikurangi dan di dalam praktek luas petak untuk uji daya hasil adalah 10-20 m² per genotipe. Luas petak minimum untuk percobaan kacang-kacangan adalah 8 m².

Kerjasama pengujian dengan petani dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Memberikan benih kepada petani dan petani mendapatkan bantuan biaya tanam dan biaya jerih payahnya sesuai dengan yang disepakati. Dapat pula hasil panen ditukar dengan benih konsumsi kepada petani sesuai dengan kesepakatan

dengan perbandingan tertentu, misal 1: 2 (1 kg benih galur ditukar dengan 2 kg biji konsumsi).

2. Memilih lokasi dan mengembangkan galur yang akan diuji petani berdasarkan informasi adanya pengaruh genotipe x lingkungan. Dengan demikian, mutu data yang didapatkan akan lebih baik.
3. Kemitraan yang lebih baik adalah bila petani terlibat dalam proses evaluasi dan pengambilan keputusan tentang penerimaan varietas baru.
4. Bila galur uji dilepas sebagai varietas baru, maka benih varietas tadi sudah tersedia di tangan petani, sehingga akan dapat memangkas tahap 'adopsi galur', yakni dari tahap pengujian ke tahap pengembangan varietas.

Dengan uji galur di lahan dan oleh petani di Amerika menurut McWhirter (1994) akan menghemat waktu 5,5 tahun (di Amerika 1 tahun = 1 musim di Indonesia) dengan ilustrasi sebagai berikut:

Waktu kegiatan pemuliaan dan pengujian konvensional					
I	II	III	IV	V	VI
Perencanaan	Persilangan	Penggaluran	Evaluasi	Pemanfaatan	Perluasan
2 tahun	3 tahun	1,5 tahun	4 tahun	3 tahun	5 tahun

Waktu kegiatan pemuliaan dan pengujian lahan petani					
I	II	III	IV	V	VI
Perencanaan	Persilangan	Penggaluran	Evaluasi	Pemanfaatan	Perluasan
2 tahun	3 tahun	1 tahun	2 tahun	0 tahun	5 tahun

Kegiatan pemuliaan dan pengujian di lahan petani dapat saling bersinggungan antara prapemuliaan (*skrining*) dengan pembentukan galur, dan antara seleksi galur guna mendapatkan varietas unggul.

5. Partisipasi petani pada proses evaluasi berarti mengubah cara pendugaan keragaan hasil di lahan petani melalui ekstrapolasi dari data percobaan di kebun kepada cara pendugaan langsung. Pengalaman menunjukkan bahwa kegagalan varietas untuk diadopsi petani karena pendugaan keragaan dengan data dari kebun percobaan tidak sesuai dengan kenyataan sesungguhnya di lapang dan menimbulkan risiko produksi bagi petani. Karenanya, pengujian di lahan petani memiliki banyak manfaat.

Efisiensinya dapat ditunjukkan oleh besarnya biaya penambahan lokasi yang relatif tidak tinggi dibandingkan dengan menambah ulangan, dan ragam galat percobaan satu ulangan lebih kecil dari ragam interaksi genotipe x lingkungan.

Evaluasi terhadap skema uji satu ulangan untuk sorgum di Afrika Barat dilaporkan oleh Johnson *et al.* (1992 dalam McWhirter, 1994). Mereka berkesimpulan bahwa pengujian varietas dengan satu ulangan pada sejumlah besar lokasi hanya memerlukan keterampilan statistik, memperluas kegiatan pelengkap, dan mempercepat dapat mengidentifikasi varietas unggul secara jitu.

PENILAIAN KEUNGGULAN SUATU GALUR

Penilaian keunggulan galur umumnya menggunakan metode statistik parametrik, yang tentunya kurang dimengerti oleh petani koperator. Karenanya perlu

adanya cara penilaian yang sederhana, namun masih pada batas-batas yang dapat diterima. Selain itu, unsur kritis uji galur di lahan petani adalah mengumpulkan data hasil yang dapat dipercaya, atau yang lebih penting lagi yaitu keragaan varietas, sebab hasil itu sendiri bukan faktor penentu diterimanya varietas oleh petani. Pengumpulan data hasil dengan pangkas kuadrat (*quadrat cutting*) dan yang serupa akan sangat mahal dan sangat sukar. Untuk itu disarankan menggunakan cara sederhana yang dapat dilakukan petani, yakni dengan perbandingan antara satu demi satu galur dengan varietas pembanding. Petani koperator dapat dimintakan pendapatnya tentang keragaan galur dibanding varietas pembanding. Untuk itu, perhatikan ilustrasi berikut:

Jumlah kasus	Frekuensi			Jumlah pengujian	Kesimpulan
	N>0	N=0	N<0		
1	4	10	6	20	Baru = Lama
2	12	6	2	20	Baru unggul
3	2	10	8	20	Lama unggul
4	8	2	10	20	Baru memiliki adaptasi khusus

N = galur/calon varietas baru

0 = varietas pembanding (varietas lama)

PETUNJUK TEKNIS UJI MULTILOKASI TANAMAN KACANG-KACANGAN

Tujuan

1. Menguji potensi hasil, ketahanan terhadap hama/penyakit dan sifat-sifat agronomis lainnya dari beberapa galur harapan tanaman kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang gude, kacang komak dan kacang panjang) di berbagai daerah sentra produksi tanaman yang bersangkutan sedikitnya dalam dua musim tanam (MP dan MK).
2. Mengidentifikasi galur harapan yang memiliki adaptasi khusus di daerah sentra produksi, termasuk preferensi petaninya.
3. Mendapatkan data hasil dan sifat agronomi penting sedikitnya dari 16 lokasi percobaan dari 8 lokasi sentra produksi dalam 2 kali percobaan (MK dan MP).
4. Memberikan bimbingan teknis bagi peneliti BPTP sehingga dapat berperan aktif sebagai seleksionis (*co-breeder*).

Pemilihan Lokasi

1. Lokasi untuk uji multilokasi hendaknya ditempatkan di daerah sentra produksi komoditas yang bersangkutan.
2. Letak lokasi diusahakan sedemikian rupa sehingga dapat mewakili daerah sentra produksi, mudah dicapai untuk memudahkan pengawasan dan pelaksanaan, mudah dilihat oleh umum/petani.
3. Lahan yang digunakan untuk percobaan seyogianya milik petani, namun lahan lainnya dapat digunakan asal sesuai dengan butir (a) dan (b) di atas. Bila menggunakan lahan milik petani diusahakan dipilih petani maju yang responsif terhadap teknologi dan bersedia membantu pelaksanaan percobaan.

4. Lahan untuk uji multilokasi diusahakan kesuburannya merata, drainasenya baik dan dapat menampung semua perlakuan (galur) dalam satu petakan.
5. Dalam pemilihan lokasi agar dihindari pemilihan lokasi yang merupakan daerah endemik hama/penyakit, daerah yang sering tergenang air, lahan miring, lahan terlindung, lahan dekat penggembalaan ternak dll. yang menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal atau dapat menggagalkan percobaan.
6. Dalam pemilihan lokasi agar dihindari lahan bekas pertanaman dari komoditas sejenis.

Pelaksanaan

Pengolahan tanah

1. Tanah untuk uji multilokasi agar diolah sempurna, sehingga struktur tanah cukup baik, bebas dari gulma/tanaman sebelumnya. Pengolahan tanah dengan 2 kali bajak dan 2 kali garu serta diratakan dengan memadai.
2. Setelah tanah diratakan, diteruskan dengan pembuatan petakan/guludan yang ukurannya sesuai dengan ketentuan untuk masing-masing komoditas dan arah petakan mengikuti arah kesuburan tanah.
3. Saluran drainase dibuat di antara petakan dengan lebar sekitar 30 cm dan dalam 20 cm.
4. Petak minimum. Petak minimum bersih, untuk percobaan multilokasi tanaman kedelai, kacang tanah, kacang hijau adalah 8 m², atau setiap galur ditanam dalam 4 baris sepanjang 5 m. Dengan menambah dua barisan tanaman pinggir, maka diperoleh petak minimum percobaan kedelai, kacang tanah, kacang hijau harus dapat menampung 6 baris tanaman sepanjang 5 m untuk setiap galur. Misal dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, maka akan diperoleh petak minimum seluas 2,4 m x 5 m, atau 12 m².

Persiapan tanam

Waktu tanam mengikuti waktu dan pola tanam setempat serta diusahakan bersamaan dengan pertanaman penduduk sekitarnya.

Sebagai pedoman waktu tanam yang baik untuk:

1. **Lahan kering:** pada lahan kering kedelai, kacang hijau, dan kacang tunggak ditanam pada awal musim penghujan yaitu bulan Oktober-November, sehingga panen jatuh pada musim kemarau. Untuk kacang tanah biasanya ditanam sesudah tanaman jagung dipanen, yaitu bulan Februari-Maret tergantung dari tipe iklim setempat.
2. **Lahan sawah:** kedelai, kacang hijau, dan kacang tunggak ditanam selambat-lambatnya 7 hari setelah padi dipanen kedelai harus sudah ditanam agar terhindar dari kekeringan pada periode generatif.

Kacang tanah lahan sawah ditanam setelah panen padi (April-Juni) dan dipilih lahan yang struktur tanahnya ringan agar panen yang terjadi pada musim kemarau tidak banyak polong yang tertinggal di dalam tanah.

Pengamatan daya tumbuh benih

Daya tumbuh perlu diuji setelah benih diterima dan bila daya tumbuhnya kurang dari 90% harus segera dilaporkan kepada instansi/pemulia tanaman yang

bersangkutan agar mendapatkan benih penggantinya. Daya tumbuh benih pada saat tanam minimal 90%.

Label Perlakuan

Label perlakuan ditempatkan pada petak percobaan sesuai dengan denah dan acak perlakuan. Label perlakuan memuat keterangan tentang ulangan dan nomor varietas.

Jarak tanam

Kedelai umur genjah = 30 x 15 cm, 2 biji/lubang
Kedelai umur sedang = 40 x 20 cm, 2 biji/lubang
Kedelai umur dalam = 50 x 20 cm, 2 biji/lubang
Kacang hijau bercabang sedikit = 40 x 15 cm, 2 biji/lubang
Kacang hijau bercabang banyak = 40 x 20 cm, 2 biji/lubang
Kacang tanah, (40 cm x 10 cm) dan 1 biji/lubang
Kacang tunggak, (40 cm x 20 cm) dan 2 biji/lubang

Penugalan

Sebelum tugal agar disediakan dua utas tali yang telah ditandai sesuai jarak tanam, panjang sesuai dengan panjang petak, dan tali tersebut ditempatkan dua sisi petak.

Barisan tugal pertama (pinggir) dalam setiap petak dibuat setengah jarak tanam antarbaris dari sisi lainnya. Ukuran petak sesuai dengan ketentuan untuk masing-masing komoditas demikian pula jumlah benih tiap lubang.

Dalam lubang tugal 3-4 cm sehingga benih terbenam di dalam tanah.

Penempatan benih

Kantong benih/ikatan stek suatu galur/klon ditempatkan pada petak percobaan sesuai dengan label percobaan yang terpasang.

Tanam

Sebelum benih ditanam, dilakukan pemeriksaan terhadap perlakuan (benih dalam kantong/ikatan stek) dan label. Bila telah sesuai, maka benih dapat ditanam di lubang tugal dari petak yang bersangkutan.

Banyaknya benih yang ditanam/lubang minimal sama dengan rencana penelitian misal 2 biji/lubang. Bila daya kecambah benih sebelum tanam tinggi, maka benih/lubang sesuai dengan rencana, namun bila daya kecambah benih hanya sekitar 80% maka jumlah benih/lubang perlu dilebihi (misal dari 2 biji/lubang menjadi 3 biji/lubang).

Pemupukan

Dosis pemupukan, terutama NPK untuk uji multilokasi sama pada semua lokasi agar data dapat dianalisis ragam gabungan dan memudahkan interpretasi data. Jenis, dosis, dan cara pemupukan.

Cara pemberian pemupukan

Pupuk NPK sesuai dosis (dalam rencana operasional penelitian) seluruhnya sesaat setelah selesai tanam. Pupuk diberikan dalam alur/garitan disisi barisan tanaman (sekitar 7,5 cm dari barisan tanaman, dengan kedalaman sekitar 5-7,5 cm).

Bila keadaan memaksa, pupuk dapat diberikan setelah tanaman tumbuh (6-7 hari setelah tanam).

Penutupan lubang tanaman dan alur pupuk

Lubang tugal tanaman dan alur/lubang tempat pupuk pada tanah gembur dapat ditutup dengan tanah yang bersangkutan. Tetapi bila tanah tidak gembur, maka lubang tempat benih dan alur pupuk disarankan ditutup dengan pasir atau abu serasah tanaman, atau abu jerami bila ditanam di sawah.

Pengairan

Guna mempercepat perkecambahan benih/pertumbuhan stek, maka bila tersedia sarana pengairan perlu dilakukan pengairan.

Pengairan selanjutnya dapat diberikan apabila air hujan tidak cukup dan tanaman menunjukkan gejala layu atau tanah telah kering. Pengairan seyogianya dilaksanakan pada sore hari/malam hari, yakni dengan memasukkan air ke dalam selokan hingga tanah jenuh air.

Pada lahan kering, karena pengairannya bergantung dari air hujan, maka tanam perlu dilakukan 1-2 hari setelah hujan atau pada saat lengas tanah pada kondisi kapasitas lapang dan tanah masih cukup keras.

Pemeliharaan

1. Penyulaman/penjarangan. Penyulaman pada uji multilokasi seyogianya dihindari dan tidak perlu dilakukan penyulaman bila daya tumbuh tanaman pada umur 1-2 minggu setelah tanam minimal mencapai 80%. Bila daya tumbuh tanaman umur 2 minggu setelah tanam hanya sekitar 75%, dapat dilakukan sulam pindah, yakni dengan memindahkan tanaman dari rumpun yang berlebih.
2. Penjarangan adalah mencabut kelebihan tanaman pada satu rumpun tanaman yang melebihi kebutuhan (misal dari 3 tanaman/rumpun menjadi 2 tanaman/rumpun sesuai dengan rencana penelitian).
3. Penyulaman dan penjarangan dilakukan pada periode 1-2 minggu setelah tanam.
4. Penyiangan dan pembumbunan. Penyiangan gulma dilakukan 1-2 kali, bergantung pada keadaan gulma. Penyiangan pertama dilakukan 2-3 minggu setelah tanam. Untuk tanaman kacang tanah pada penyiangan pertama dilakukan sekaligus dengan pembumbunan. Penyiangan kedua dilakukan pada 6-7 minggu setelah tanam.
5. Pada tanaman kacang tanah, penyiangan kedua dilakukan sekitar 4-5 minggu atau sebelum tanaman berbunga (jangan lakukan penyiangan selama periode

berbunga). Penyiangan selama periode berbunga menyebabkan ginofor (bakal buah kacang tanah) rusak.

6. Drainase (pengeringan) dilakukan apabila air menggenangi petak pertanaman.
7. Pengendalian hama/penyakit pada uji multilokasi lebih diutamakan secara preventif tanpa menunggu timbulnya gejala serangan mulai tanaman berumur 7 hari, berturut-turut dengan selang 7-10 hari dan 5-7 kali semprot selama pertumbuhan tanaman. Namun bila teknisi/peneliti di lokasi percobaan telah mengetahui, terutama adanya hama kacang-kacangan maka pengendalian hama dengan pestisida berdasarkan pemantauan dapat pula dilakukan. Jenis, dosis, dan konsentrasi pestisida sesuai dengan anjuran pada rencana kerja penelitian. Cara pengendalian hama/penyakit secara preventif lainnya seperti penanaman serempak dengan petani setempat, membersihkan sisa bahan organik, membakar sisa tanaman, dan melakukan pengolahan tanah yang cukup dalam juga sangat dianjurkan.

PENGAMATAN

Pengamatan karakter tanaman kacang-kacangan pada uji multilokasi lebih diutamakan pada karakter kuantitatif.

Karakter kuantitatif tanaman kacang-kacangan penting yang harus diamati adalah:

1. Tinggi tanaman rerata saat panen, diukur pada petak (bukan dari contoh tanaman).
2. Umur 50% tanaman berbunga.
3. Umur 50% tanaman masak, terutama pada kedelai, kacang hijau dan kacang tunggak.
4. Umur panen.
5. Hasil biji/petak bersih (tidak termasuk dua barisan pinggir) untuk kedelai, kacang hijau, kacang tunggak, kacang gude dan komak.
6. Hasil polong/petak untuk kacang tanah.
7. Ukuran biji (g/100 biji atau g/1000 biji), contoh biji diambil secara acak dari hasil benih/petak bersih.
8. Jumlah tanaman dipanen/petak bersih.
9. Karakter kualitatif tanaman yang perlu diamati adalah: (a) tipe tumbuh; (b) warna bunga; (c) warna biji; dan (d) warna kulit polong (kedelai, k. hijau dan k. tunggak).
11. Intensitas serangan hama/penyakit.

Intensitas serangan hama secara relatif dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

dimana: P = Persentasi serangan

a = Jumlah tanaman atau polong/batang yang terserang

hama/penyakit

b = Jumlah tanaman atau polong/batang yang tidak terserang

Intensitas serangan nisbi penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{(n \times v)}{(Z N)} \times 100 \%$$

dimana:

P = Persentase serangan

n = Jumlah daun yang diamati dari tiap kategori serangan

v = Nilai skala dari tiap katagori serangan

Z = Nilai skala dari kategori serangan tertinggi

N = Jumlah daun yang diamati

Penyakit utama kedelai adalah karat daun, sedangkan pada kacang tanah, kacang hijau dan kacang tunggak adalah penyakit karat dan bercak daun. Cara penilaian dengan skor (nilai skala) untuk penyakit tersebut sebagai berikut:

Nilai skala	Gejala serangan	
	Karat	Bercak daun
1	Tidak ada serangan	Tidak ada serangan
2	Terdapat beberapa titik/tonjolan kecil pada daun tua	Terdapat beberapa bulatan kering kecil pada daun tua
3	Benjolan tersebut masak dan nampak adanya spora	Bulatan kering di atas makin jelas dan nampak adanya spora
4	Benjolan kecil dan besar terdapat pada daun bawah dan tengah	Bulatan kering pada daun bawah tengah bertambah banyak
5	Benjolan semakin jelas dan besar, menguning dan daun bawah mengering	Bulatan kering pada daun semakin luas dan jelas, daun bawah menguning dan mulai ada yang gugur.
6	Seperti pada skala 5 tetapi pembentukan spora amat banyak	Seperti pada skala 5 tetapi pembentukan spora amat banyak

Nilai skala	Gejala serangan	
	Karat	Bercak daun
7	Titik-titik sakit terjadi pada hampir seluruh daun. Daun bawah dan tengah menjadi kering	Daun yang sakit mengering dan mudah dilihat dari jarak jauh hampir semua daun terserang, daun bawah dan tengah berguguran
8	Seperti pada skala 7 tetapi daun yang kering lebih banyak	Seperti pada skala 7 tetapi daun yang kering dan gugur lebih banyak
9	Serangan sudah berat sekali, 50-100% daun sudah mengering	Serangan sudah berat sekali, 50-100% daun gugur

Cara skoring penyakit yang lain adalah sebagai berikut:

Nilai Skala	Serangan Penyakit
0	Tidak terserang
1	Serangan dari helai daun yang diamati >0% - 10%
2	Luas serangan dari helai daun yang diamati >10% - 20%
3	Luas serangan dari helai daun yang diamati >20% - 30%
4	Luas serangan dari helai daun yang diamati >30% - 40%
5	Luas serangan dari helai daun yang diamati >40% - 50%
6	Luas serangan dari helai daun yang diamati >50% - 60%
7	Luas serangan dari helai daun yang diamati >60% - 70%
8	Luas serangan dari helai daun yang diamati >70% - 80%
9	Serangan berat melebihi 80%

Skoring penyakit yang terakhir ini lebih mudah digunakan oleh teknisi atau peneliti.

Pembentukan populasi dasar

1. Memiliki keragaman genetik yang luas
2. Nilai tengah sifat yang diseleksi tinggi
3. Memiliki sifat agronomi lain yang baik
4. Memiliki latar belakang genetik yang luas.

Pemilihan tetua

Pemilihan tetua yang akan diintegrasikan ke dalam populasi dasar sangat penting. Tetua betina yang dipilih hendaknya:

1. Memiliki daya gabung umum yang baik
2. Memiliki sedikit kekurangan

Tetua jantan hendaknya:

1. Memiliki keunggulan untuk sifat yang diinginkan
2. Memiliki kesesuaian genetik dengan pasangannya.

Cara persilangan:

1. Silang dialil
2. Silang tunggal
3. Silang ganda
4. Silang tiga jalur
5. Silang majemuk.

Pembentukan galur sebagai unit seleksi:

1. Variasi genetik antargalur besar
2. Variasi genetik di antar famili lebih besar dari variasi di dalam famili.
3. Galur yang dibentuk banyak.

Cara pembentukan galur:

Tergantung varietas yang dibentuk antara lain dengan:

1. Galur homozigot asal seleksi pedigree
2. Galur homozigot asal seleksi massa
3. Galur homozigot asal famili F₂ (ssd, di dalam, atau antar famili).
4. Galur saudara tiri (*half sib*) dari 'test cross'

5. Galur-galur saudara sekandung (*full-sib*).
6. Galur S1, S2, S3
7. Galur homozigot yang dikembangkan dari famili/populasi yang telah diseleksi lewat pengujian generasi awal.

Keterangan berikut dapat digunakan sebagai pedoman:

Keadaan tanaman	Jenis Hama	Tanda Serangan	Ambang Kendali Hama
Tanaman Muda	1. Lalat bibit kacang (<i>O. phaseoli</i>)	Terdapat bintik-bintik putih pada keping biji, daun pertama/daun kedua	Terdapat 1 lalat/5 m baris tanaman atau tingkat mencapai serangan 2%
	2. Lalat batang kacang (<i>M. sojae</i>)	Terdapat bintik-bintik bekas tusukan alat peletak telur pada daun muda	Tingkat serangan >2% sampai umur 30 hari setelah tanam
	3. Lalat pucuk (<i>M. dolichostigma</i>)	Terdapat bintik-bintik putih pada permukaan bawah daun, bila serangan berat helai daun ybs menjadi layu	Tingkat serangan >2% sampai umur 30 hari setelah tanam
Vegetatif aktif	Hama perusak daun		
	1. Kutu kebul (<i>B. Tabaci</i>)	Daun berwarna hitam seperti jelaga	Bila telah ditemukan imago kutu kebul
	2. Kutu daun (<i>Aphis</i> sp.)	Serangan pada pucuk tanaman sehingga pertumbuhan tanaman kerdil	Bila serangan berat atau ditemukan <i>Aphis</i> sp.
	3. Tungau merah (<i>Tetranychus</i> sp)	Daun berwarna kekuning-kuningan karena cairan terisap hama, dan terdapat jaring benang halus sebagai sarang	Bila serangan berat
	4. Wereng hijau kedelai (<i>Empoasca</i> spp)	Terdapat bercak putih kekuning-kuningan pada permukaan atas daun karena cairan daun terisap hama	Bila serangan berat
	5. Ulat grayak (<i>Spodoptera</i>)	Tersisa tulang-tulang daun dari daun tua (daun dimakan hama)	Kerusakan daun mencapai 12,5% atau ditemukan 10 larva/20 rumpun
	6. Ulat penggulung daun (<i>Lamprosema</i>)	Terlihat gulungan-gulungan daun yang bila dibuka terdapat ulat atau kotoran hama	Kerusakan daun mencapai 12,5% atau ditemukan 15 larva/10 rumpun
Reproduktif	Hama perusak daun		
	1. Ulat jengkal (<i>Chrysodeixis</i>)	Bekas serangan pada pinggir daun, sering hanya tersisa tulang-tulang daun pada fase pengisian polong	Kerusakan daun mencapai 12,5% atau ditemukan 15 larva/20 rumpun
	2. Ulat berbulu (<i>Cretonatus</i> spp)	Terdapat kerusakan pada daun, kadang-kadang juga pada bunga dan polong	
	Hama perusak polong		
	1. Ulat <i>Helicoverpa</i> (<i>H. armigera</i>)	Tampak kepala dan sebagian tubuh hama pada polong yang dirusak	Kerusakan polong mencapai 2%
	2. Kepik polong (<i>R. linialis</i>)	Polong dan biji tampak kempis dan kering	Kerusakan polong mencapai 2%, atau ditemukan 1 ekor kepik/4 tanaman umur 45-50 HST

Keadaan tanaman	Jenis Hama	Tanda Serangan	Ambang Kendali Hama
	3. Kepik hijau (<i>N. viridula</i>)	Terdapat kerusakan pada polong dan biji bekas stilet	Kerusakan polong mencapai 2%, atau ditemukan 3 ekor kepik/5 tanaman umur 45-50 HST
	4. Kepik (<i>P. rubrofasciatus</i>)	Terdapat kerusakan pada polong dan biji bekas stilet	Kerusakan polong mencapai 2%, atau ditemukan 3 ekor kepik/5 tanaman umur 45-50 HST
	5. Penggerek polong (<i>E. zinketelia</i>)	Terdapat lubang gerakan berbentuk bundar pada kulit polong	Kerusakan polong mencapai 2% pada umur 45-50 HST

PENUTUP

Pemuliaan partisipatif melibatkan sedikitnya dua instansi merupakan jawaban atas masalah keterbatasan tenaga pemuliaan untuk melakukan program pemuliaan dalam menghasilkan varietas deskriminatif. Beragamnya lingkungan sentra produksi tanaman kacang-kacangan di Indonesia mengisyaratkan perlunya varietas yang spesifik untuk lingkungan produksi spesifik. Lingkungan produksi spesifik tersebut dapat berupa lahan masam, lahan salin, lahan gambut, lahan basah, lahan kahat hara, lingkungan kekeringan, lingkungan bersuhu rendah/tinggi, lingkungan endemik biotipe hama tertentu, dan lingkungan endemik ras penyakit tertentu. Pengembangan program pemuliaan partisipatif dapat dilakukan dengan model partisipasi-penuh atau partisipasi-sebagian, bergantung dari kemampuan dan kesanggupan para pihak terkait.

Seleksi melalui uji daya hasil di lahan dan oleh petani dengan menggunakan metode uji satu lawan satu (*head to head test*), yakni membandingkan satu galur dengan satu varietas pembanding yang diikuti dengan pemilihan lokasi dan petani yang koperatif serta cara pemilihan yang sederhana di Amerika Serikat terbukti dapat menghemat waktu 5,5 tahun atau 2-3 tahun untuk Indonesia. Penerapan metode uji satu lawan satu di Indonesia masih perlu pembahasan untuk kesepakatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1966. Principles of plant breeding, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Allen, L.H.Jr., R.E. Comstock, and D.E. Rasmusson. 1978. Optimal enviromnets for selection for yield testing. *Crops Sci.*, 18:747-751.
- Barker, R.E., A.W. Hovin, I.T. Carlson, P.N. Drolsom, D.A. Sleeper, J.G. Ross, and M.D. Casler. 1981. Genotype-environment interactions for forage yield of red canarygrass clones. *Crop Scie.* 21:567-571.
- Burton, G.W. 1974. Recurrent restricted phenotypic selection increase forage yields of Pensacola bahiagrass. *Crop Sci.*14:831-835.

- Busey, P. 1983. Management of crop breeding, p. 31-54. In Wood, D.R. (Ed). Crop Breeding. Amer. Soc. of Agron. Crop Sci. Soc of Amer. Madison, Wisconsin.
- Falconer, D.S. 1952. The problem of environment and selection. The American Naturalist. Vol. LXXXVI. 83:293-298.
- Fehr, W.R. 1987. Soybean, p. 533-576. In W.R. Fehr (Ed). Principles of cultivar development. Vol. 2. Macmillan Publishing Company. New York.
- Kasno, A., A.Bari, A.A. Mattjik, Subandi, dan S. Somaatmadja. 1983. Pendugaan parameter genetik sifat-sifat kuantitatif kacang tanah (*Arachis hypogaea* L. Merr.) pada beberapa lingkungan tumbuh dan penggunaannya dalam seleksi. Penelitian Pertanian 3:44-48.
- Lafever, H. N., G. Campbell and C. D. Foy. 1977. Differential response of wheat cultivars to aluminium. Agron. J. 69:563-568.
- LeClerg, E.L. 1966. Significant experimental design in plant breeding. Ch 7. In Frey, K.J. (Ed) Plant breeding. Iowa State University Press, Ames.
- Lewis, C. F. and M. N. Christiansen. 1981. Breeding plants for stress environments, p. 151-178. In K. J. Frey (Ed.): Plant Breeding II. The Iowa State Univ.
- Mak, C.B., L.Harvey, and J.D. Berdhal. 1978. An evaluation of control plot and moving mean for error control in barley nurseries. Crop Sci.18:870-873
- McWhirter, K.S. 1994. Plant breeding with special reference to environmental stress. ONSOED-IDP Short Course, Plant Breeding 1994
- Robertson, A. 1959. The sampling of the genetic correlation coefficient. Biometrics 15:469-485.
- Sprague, G.F., and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding, p.305-362. In G.F. Sprague (Ed) Corn and Corn improvement. Amer. Soc. Agron. Medison, Wis. USA.
- Subandi. 1981. Genotype-environment interaction in corn variety test. Contribution 65:1-9
- Sumarno. 1981. Konsep pemuliaan tanaman Modern. Seminar, IPB. Bogor.

5. *Omission Plot* sebagai Dasar Pemupukan P dan K pada Tanaman Padi

PENDAHULUAN

Uji tanah sudah lama diketahui dan digunakan untuk menilai status kesuburan lahan, ada tidaknya kendala kimia tanah, kebutuhan pupuk dan amelioran. Metode ekstraksi yang awalnya hanya ditujukan untuk mengukur konsentrasi satu macam hara tanah tertentu (Bray 1, 2, Olsen, NC atau *double acids*) kemudian berkembang menjadi metode untuk pengukuran beberapa jenis hara sekaligus, seperti yang dijumpai pada metode Mehlich-Bowling dan Mehlich 3. Sama halnya dengan cara Cate dan Nelson, persamaan matematik linier atau berganda (Mobiela *et al.*, 1981), *linear plateau*, kurva Mitscherlich, dan modeling (Dobermann *et al.*, 1996, Makarim *et al.*, 1999, Dobermann and White 1999).

Selain berdasarkan uji tanah, penetapan kebutuhan pupuk pada tanaman padi juga dapat dilakukan dengan uji tanaman. Uji tanaman yang biasa digunakan untuk mengestimasi kebutuhan pupuk antara lain dengan metode Kjeldahl (Bremner and Mulvaney, 1982) dan Refleksi Inframerah Spektroskopi (Cassman and Pingali, 1994).

Keakuratan hasil uji baik pada uji tanah maupun uji tanaman sangat ditentukan oleh alat yang digunakan dan keterampilan serta pengalaman pengujinya. Petani sebagai pengguna tentu sangat kecil mempunyai kesempatan atau bahkan hampir dipastikan tidak mungkin dapat terlibat langsung dalam banyak kegiatan pengujian yang dilakukan di laboratorium. Di samping itu, aplikasi hasil uji di lapangan sering kali dilaporkan kurang memuaskan. Karena dalam implementasi hasil uji laboratorium masih akan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti varietas padi yang ditanam, teknik budidaya yang digunakan dan iklim.

Bertolak dari pengalaman tersebut maka akhir-akhir ini telah dipikirkan suatu cara penentuan kebutuhan pupuk (khususnya P dan K) yang lebih mudah, murah dan lebih praktis serta melibatkan partisipasi petani. Cara yang dimaksud dikenal dengan metode *omission plot*.

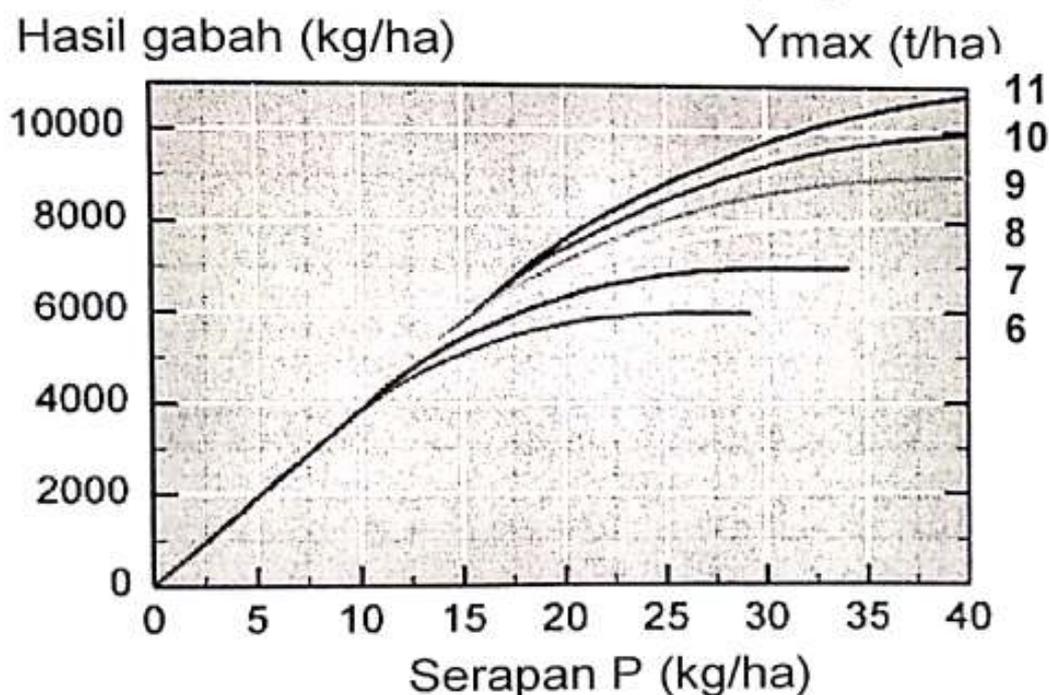
Omission plot adalah petak kecil yang ditanami padi tanpa dilakukan pemupukan P atau K tetapi dengan pengelolaan tanaman dan penambahan unsur hara lain yang optimal. Sehingga hasil panen yang diperoleh dari *omission plot* akan sangat bergantung hanya pada hara P atau K yang berasal dari dalam tanah saja bukan dari pupuk. Dengan demikian hasil panen yang diperoleh diharapkan benar-benar dapat mencerminkan tingkat kemampuan tanah setempat dalam mensuplai P atau K, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar penetapan kebutuhan pupuk.

KONSEP DASAR PENENTUAN KEBUTUHAN PUPUK

Guna memperoleh efisiensi pemupukan yang tinggi, beberapa langkah yang perlu ditempuh sebelum melakukan pemupukan antara lain: (1) Memperkirakan berapa besar kebutuhan hara yang diperlukan untuk mencapai target hasil yang

diinginkan; (2) Memperkirakan kemampuan lahan untuk mensuplai hara “potensi lahan untuk menyediakan hara alami”; (3) Memperkirakan efisiensi pemanfaatan pupuk yang digunakan oleh tanaman atau menghitung berapa kg hara yang terserap tanaman dari tiap kg pemberian pupuk; (4) Menghitung takaran pupuk; dan (5) Menentukan waktu dan cara pemberian yang sesuai menurut jenis pupuk yang akan diberikan. Uraian kelima langkah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Langkah 1a. Perkiraan kebutuhan P tanaman. Dari banyak penelitian telah dihasilkan grafik hubungan antara hasil GKG dengan total serapan P (Gambar 1). Gambar ini selanjutnya dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan hara P (*P-uptake*, *UP*) pada tanaman padi per musim sesuai dengan target hasil yang diinginkan. Yang perlu dilakukan untuk memperkirakan berapa serapan P adalah dengan menentukan terlebih dulu berapa besar kemungkinan hasil gabah maksimum (*Y-max*) yang realistis yang dapat dicapai di tempat yang akan digunakan untuk bertanam padi. Menurut pengalaman, hasil gabah maksimum untuk daerah tropis seperti di Indonesia adalah antara 6-9 t/ha. Setelah menentukan *Y-max*, berdasarkan grafik (garis) lengkung hubungan antara hasil gabah (kg/ha) dan serapan P (kg/ha) yang dipilih, selanjutnya dapat diperkirakan berapa sesungguhnya jumlah P yang dibutuhkan tanaman untuk mencapai target hasil panen yang diinginkan.



Gambar 1. Hubungan antara hasil GKG dengan serapan P pada tanaman padi
(Sumber: Dobermann dan Fairhurst (2000))

Langkah 2a. Perkiraan nilai “potensi lahan untuk menyediakan P alami” (IPS). Sebenarnya nilai potensi lahan untuk menyediakan P dapat dihitung dari besarnya serapan hara pada tanaman yang tidak dilakukan pemupukan P (*omission P*). Namun demikian, apabila angka serapan tersebut tidak tersedia, maka potensi lahan untuk menyediakan hara juga dapat diperkirakan melalui besarnya hasil panen yang diperoleh. Sebagai contoh, bila data hasil gabah (*GY*, t/ha) pada

omission P telah diketahui, selanjutnya nilai IPS dapat diperkirakan berdasarkan formula sebagai berikut:

Jika GY (NPK) ≤ GY (0P), maka IPS (kg P/ha) = GY (0P) x 2,6

Jika GY (NPK) > GY (0P), maka IPS (kg P/ha) = GY (0P) x 2,3

Namun demikian, jika data hasil gabah pada *omission* P tidak tersedia dan yang tersedia hanya data hasil dari petak yang mendapat pupuk NPK serta nilai *Recovery Efficiency* dari pupuk P (RE_P), selanjutnya nilai IPS dapat dihitung menggunakan persamaan P1:

$$IPS \text{ (kg P/ha)} = (GY \times 3) - (RE_P \times FP) \dots \dots \dots (P1)$$

dimana GY adalah hasil gabah dalam t/ha pada kadar air 14%, RE_P adalah kisaran nilai efisiensi *recovery* pupuk P (sekitar 0,2-0,3 kg/kg), dan FP adalah jumlah pupuk P yang digunakan (kg/ha). Menurut beberapa hasil penelitian, nilai IPS pada tanah sawah irigasi berkisar 5-30 kg P/ha per musim. Dalam banyak hal nilainya antara 12-19 kg P/ha dengan rerata 15 kg P/ha.

Langkah 3a. Perkiraan efisiensi *recovery* dari pemupukan P (RE_P). Nilai RE_P dari pupuk yang digunakan secara teoritis dapat ditetapkan berdasarkan percobaan lapangan dengan perlakuan takaran P bertingkat, dengan ketentuan bahwa pertumbuhan tanaman tidak dihambat oleh ketersediaan hara yang lain (selain hara P dalam keadaan optimal). Dengan demikian nilai RE_P dapat dihitung menggunakan persamaan P2.

$$RE_P \text{ (kg/kg)} = (UP_2 - UP_1) / (FP_2 - FP_1) \dots \dots \dots (P2)$$

dimana RE_P adalah efisiensi *recovery* P (kg P yang dimanfaatkan tanaman per kg P dari pupuk yang diberikan), UP= total serapan P yaitu P pada gabah dan P pada jerami (kg/ha), dan FP= takaran pupuk P yang digunakan (kg/ha) pada masing-masing perlakuan takaran P (perlakuan 2 menerima lebih banyak P dibanding perlakuan 1). Idealnya, perlakuan 1 adalah perlakuan tanpa pupuk P (P_0) yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Pada tanah yang mempunyai potensi fiksasi P tinggi efisiensi yang lebih besar ($\geq 0,25$) dapat diperoleh jika P diaplikasikan sebagai pupuk susulan. Sebaliknya efisiensi akan menjadi rendah ($< 0,2$) bilamana seluruh P diberikan sebagai pupuk dasar.

Langkah 4a. Menghitung takaran pemupukan P (FP). Dengan menggunakan informasi yang diperoleh dari langkah 1-3, selanjutnya jumlah pupuk P yang diperlukan (FP) untuk mencapai target hasil yang diharapkan dapat dihitung menggunakan persamaan P3.

$$FP \text{ (kg P/ha)} = (UP - IPS) / RE_P \dots \dots \dots (P3)$$

dimana UP adalah total serapan P yaitu P pada gabah dan P pada jerami (kg/ha), IPS adalah kemampuan potensial tanah menyediakan hara P alami (kg P/ha), dan RE_P adalah efisiensi *recovery* dari pupuk P yang dapat diserap tanaman (kg/kg pupuk P).

Langkah 5a. Pembagian dan waktu aplikasi P. Seluruh pupuk P biasanya diberikan sebagai pupuk dasar, atau bersamaan pada saat pemupukan N yang pertama apabila kemungkinan fiksasi P rendah.

mempertahankan hasil pada kisaran 4-6 t/ha, dengan asumsi untuk menghasilkan tiap ton gabah dibutuhkan 15 kg K.

Langkah 3b. Perkiraan efisiensi *recovery* dari pemupukan K (RE_K). Nilai RE_K dapat ditetapkan berdasarkan percobaan lapang dengan perlakuan takaran K bertingkat dengan ketentuan ketersediaan hara yang lain tidak menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Selanjutnya nilai RE_K dapat dihitung dengan persamaan K2.

$$RE_K \text{ (kg/kg)} = (UK_2 - UK_1) / (FK_2 - FK_1) \dots \dots \dots (K2)$$

dimana RE_K adalah efisiensi *recovery* K (kg K yang dimanfaatkan tanaman per kg K dari pupuk yang diberikan), UK = total serapan K pada gabah dan jerami (kg/ha), dan F = takaran pupuk K yang digunakan (kg/ha) pada masing-masing perlakuan takaran K (perlakuan 2 menerima lebih banyak K dibanding perlakuan 1). Idealnya, perlakuan tanpa pupuk K (K_0) yang digunakan sebagai dasar perhitungan.

Menurut hasil penelitian nilai RE_K tanah sawah di daerah tropik dan subtropik berkisar 0,4-0,6 kg/ka. Efisiensi yang lebih besar ($\geq 0,5$) dapat diperoleh jika K diberikan sebagai pupuk susulan sebanyak 2 atau 3 kali pemberian. Sebaliknya efisiensi dapat menjadi rendah ($< 0,5$) bilamana seluruh takaran pupuk K diberikan sebagai pupuk dasar, terutama jika tanahnya mempunyai potensi memfiksasi K atau bertekstur kuarsa yang menjadikan K lebih mudah tercuci.

Langkah 4b. Menghitung takaran pemupukan K (FK). Dengan menggunakan informasi yang telah didapat dari langkah 1-3, selanjutnya dapat dihitung jumlah pupuk K yang perlu diberikan (FK) untuk mencapai target hasil yang diharapkan menggunakan formula K3.

$$FK \text{ (kg K/ha)} = (UK - IKS) / RE_K \dots \dots \dots (K3)$$

dimana UK adalah total serapan K pada gabah dan jerami (kg/ha), IKS adalah kemampuan potensial menyediakan hara K alami (kg K/ha), dan RE_K adalah efisiensi *recovery* dari jumlah pupuk K yang dapat diserap tanaman (kg/kg pupuk K).

Langkah 5b. Pembagian dan waktu aplikasi K. Pupuk K dapat diberikan 1-3 kali. Pertama pada saat atau beberapa hari setelah tanam. Kedua pada saat primordia bunga (40-50 HST), dan ketiga pada saat berbunga (60-70 HST). Secara teoritis yang lebih menentukan waktu pemberian pupuk K sangat tergantung pada sifat tanah, cara tanam dan tujuan dari pemakaian pupuk K dalam hubungannya dengan pengurangan kepekaan tanaman terhadap penyakit tertentu. Berikut beberapa pedoman yang dapat digunakan untuk menentukan waktu pemberian pupuk K antara lain: Pada takaran rendah-sedang (< 30 kg K_2O /ha), seluruh K dapat diberikan sebagai pupuk dasar. Pada takaran tinggi (60 kg K_2O /ha), 50% K diberikan sebagai pupuk dasar atau antara 10-14 HST dan sisanya pada saat primordia.

UPAYA PENDEKATAN DENGAN OMISSION PLOT

Pendekatan yang dapat dilakukan untuk penyederhanaan konsep dasar penentuan kebutuhan pupuk di atas salah satunya dengan cara menghitung selisih antara total akumulasi hara dalam biomas dan kemampuan tanah menyediakan hara.

Telah dilaporkan bahwa total akumulasi hara dalam biomas tanaman padi yang mempunyai indeks panen sekitar 0,5 (50% gabah dan 50% jerami pada fase panen) berhubungan sangat erat dengan hasil panen yang dicapai. Dengan demikian besarnya total akumulasi hara dalam biomas akan tercermin dari hasil panen yang diperoleh dan begitu pula sebaliknya. Pada kondisi pertumbuhan yang optimal, besarnya hara yang terakumulasi dalam biomas bagian atas tanaman padi menurut banyak laporan sekitar 15 kg N; 2,6 kg P dan 15 kg K untuk setiap ton hasil panen. Tentu saja kondisi demikian itu hanya dapat diperoleh jika di luar pupuk tidak ada faktor lain yang dapat menjadi kendala pertumbuhan tanaman. Dengan estimasi seperti ini, maka pada tanaman padi yang produksinya mencapai 6 ton/ha dalam biomasnya akan terakumulasi sekitar 90 kg N/ha, 16 kg P/ha dan 90 kg K/ha (Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan nilai estimasi kebutuhan hara dan kisaran kemampuan suplai hara tanah pada tingkat produksi padi 6 ton/ha

Hara	Kebutuhan hara untuk produksi padi 6 t/ha (kg/ha)	Kisaran suplai hara alami tanah (kg/ha)	Kekurangan hara yang harus ditambahkan (kg/ha)
Nitrogen	90	40-65	25-50
Fosfor	16	12-19	≤ 4
Kalium	90	60-100	0-30

Sumber: *Reaching Toward Optimal Productivity Project. Hasil penelitian pada 200 lokasi di enam negara Asia (termasuk Indonesia).*

Perlu diketahui bahwa jumlah hara yang dapat diperoleh tanaman dari semua sumber hara di luar pupuk menunjukkan besarnya kemampuan tanah mensuplai hara bagi tanaman. Sumber hara alami ini sangat vital kontribusinya untuk pertumbuhan tanaman. Diperkirakan bahwa sekitar 75-100% hara P maupun K dan hampir seluruh hara mikro yang diperoleh tanaman padi berasal dari hara alami tanah, bukan dari pupuk. Kemampuan tanah dalam menyediakan hara (*indigenous supply*, IS) bagi tanaman menurut Dobermann dan Fairhurst (2000) juga dapat diperkirakan dari hasil panen pada *omission plot*, yang besarnya sama dengan jumlah total hara yang terdapat dalam biomas bagian atas tanaman ketika panen apabila di luar hara P atau K tidak kekurangan. Data *omission plot* yang diperoleh dari sekitar 200 lokasi lahan irigasi yang berada di 6 negara di Asia (termasuk Indonesia) menunjukkan bahwa besarnya IS berkisar 12-19 kg P, dan 60-100 kg K. Tabel 1 memberikan gambaran tentang besarnya nilai IS dengan total kebutuhan hara pada tanaman padi yang mempunyai indeks panen sekitar 0,5 dengan hasil panen 6 t/ha.

Sehubungan dengan informasi di atas, Tabel 2 menyajikan berbagai saran alternatif takaran pemupukan P yang dapat digunakan sesuai dengan target hasil yang diinginkan dan besarnya hasil panen pada *omission plot* (tanpa P). Bilamana suplai P tanah rendah, takaran pupuk yang diperlukan untuk setiap kenaikan hasil panen 1 ton diperlukan 20 kg P₂O₅/ha. Namun apabila suplai P tanah lebih tinggi, maka takaran pupuk P yang diberikan dapat dikurangi. Hal ini ditujukan untuk pemeliharaan status

P tanah agar tidak kekurangan. Sehingga besarnya P yang diberikan hanya ditujukan untuk menggantikan P yang dikeluarkan dari petakan, baik melalui hasil panen gabah maupun jerami. Pada Tabel 2 juga tampak tidak adanya peluang untuk meningkatkan hasil panen lebih dari 3 ton per musim. Sebab makin tinggi pemberian pupuk biasanya kenaikan hasil yang akan diperoleh menjadi tidak proporsional.

Tabel 2. Takaran P_2O_5 yang harus diberikan sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai vs kemampuan tanah dalam menyediakan P.

Target hasil (t/ha)	4	5	6	7	8
Hasil <i>omission</i> P (t/ha)	Takaran P_2O_5 (kg/ha)				
3	20	40	60	◀	◀
4	15	25	40	60	◀
5		20	30	40	60
6			25	35	45
7				30	40
8					35

Seperti halnya takaran pupuk P, berturut-turut Tabel 3 dan 4 menyajikan beberapa saran alternatif takaran pupuk K yang dapat digunakan sesuai dengan target hasil yang diinginkan dan besarnya hasil panen *omission plot* (tanpa K). Mengingat bahwa sebagian K (sekitar 80%) yang terserap tanaman berada pada jerami, maka cara pengelolaan jerami sehabis panen dapat menentukan takaran pupuk K yang harus digunakan. Bilamana suplai K tanah rendah, takaran pupuk yang diperlukan untuk setiap kenaikan hasil panen 1 ton diperlukan 30 kg K_2O /ha.

Tabel 3. Takaran K_2O yang harus diberikan sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai vs kemampuan tanah dalam menyediakan K (apabila seluruh jerami dikeluarkan)

Target hasil (t/ha)	4	5	6	7	8
Hasil <i>omission</i> -K (t/ha)	Takaran K_2O (kg/ha)				
3	45	75	105	◀	◀
4	30	60	90	120	◀
5		45	75	105	135
6			60	90	120
7				75	105
8					90

Tabel 4. Takaran K_2O yang harus diberikan sesuai dengan target hasil yang ingin dicapai vs kemampuan tanah dalam menyediakan K (apabila seluruh jerami dikembalikan)

Target hasil (t/ha)	4	5	6	7	8
Hasil <i>omission-K</i> (t/ha)	<i>Takaran K_2O (kg/ha)</i>				
3	30	60	90	◀	◀
4	0	30	60	90	◀
5		0	30	60	90
6			10	35	70
7				25	55
8					40

Namun apabila suplai K tanah lebih tinggi, maka takaran pupuk K yang diberikan dapat dikurangi. Hal ini ditujukan untuk pemeliharaan status K tanah agar tidak kekurangan. Sehingga besarnya K yang diberikan hanya ditujukan untuk menggantikan K yang dikeluarkan dari petakan, baik melalui hasil panen gabah maupun jerami. Pada Tabel 3 dan 4 juga tampak tidak adanya peluang untuk meningkatkan hasil panen lebih dari 3 ton per musim. Sebab makin tinggi pemberian pupuk biasanya kenaikan hasil yang akan diperoleh menjadi tidak proporsional

Pedoman yang dapat digunakan untuk menentukan waktu pemberian pupuk P dan K antara lain:

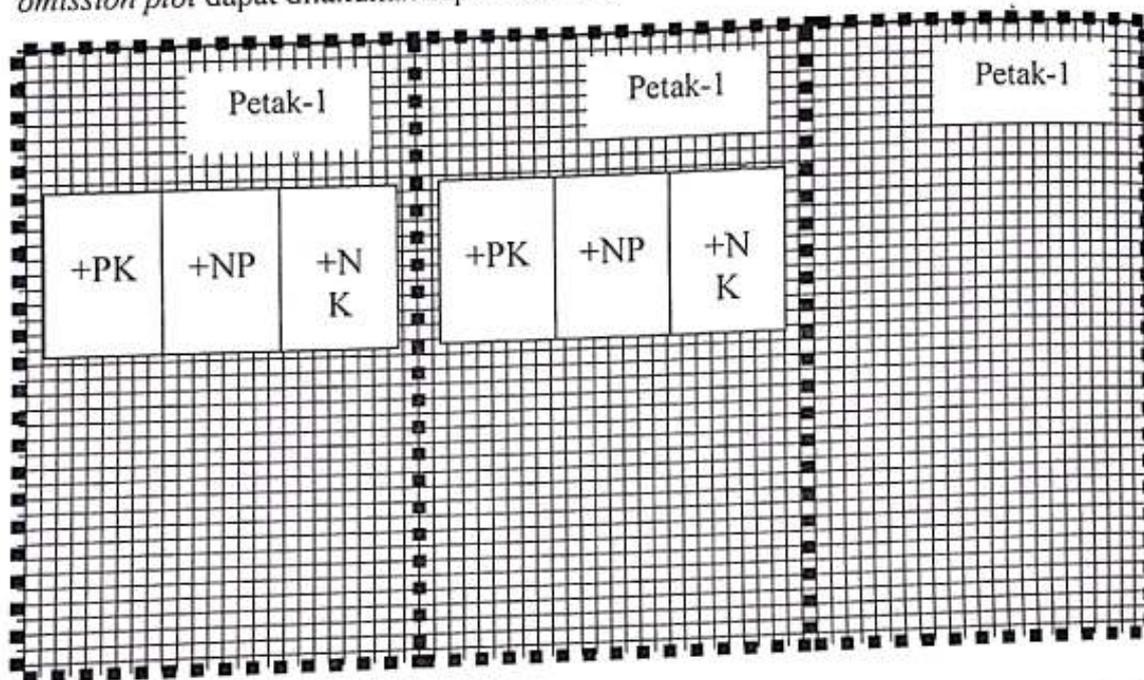
1. Baik pada takaran rendah (18 kg P_2O_5 /ha), sedang (27 kg P_2O_5 /ha) dan tinggi (36 kg P_2O_5 /ha), seluruh pupuk P diberikan sebagai pupuk dasar.
2. Pada takaran rendah-sedang (< 30 kg K_2O /ha), seluruh K dapat diberikan sebagai pupuk dasar.
3. Pada takaran tinggi (60 kg K_2O /ha), 50% K diberikan sebagai pupuk dasar atau antara 10-14 HST dan sisanya pada saat primordia.

PEMBUATAN PETAK OMISSION

Omission plot diharapkan telah dibuat sebelum dilakukan pemupukan dasar atau *top dressing* yang pertama. Untuk menjaga kontaminasi pupuk antarperlakuan maka pada masing-masing petak perlu dipisahkan dengan pematang (galengan) yang dibuat dengan tinggi minimal 15 cm dan besar antara 15-20 cm. Pada tanah yang melumpur pembuatan pematang bisa dilakukan secara bertahap, dengan catatan permukaan pematang dijaga untuk tidak lebih rendah dari permukaan air di persawahan. Apabila tanah cukup porus maka pematang dapat dilapisi menggunakan plastik atau dengan membuat pematang ganda. Hal ini dilakukan untuk mencegah rembesan pupuk antarpetakan. Pemberian air ke dalam *omission plot* yang berada di tengah dapat dilakukan pada saat tidak dilakukan pemupukan, dan pematang segera ditutup kembali setelah selesai pengairan. Untuk memudahkan pemeliharaan dan

menjaga kebersihan pematang, rumpun padi terluar yang berdekatan dengan pematang perlu diberikan jarak yang cukup leluasa dengan pematang sesuai dengan kebutuhan.

Dalam pengkajian, *omission plot* dapat dibuat dengan ukuran 5 m x 5 m, masing-masing untuk perlakuan +NP, +NK dan atau +PK. Secara skematis tata letak *omission plot* dapat dilakukan seperti berikut:



- Takaran N, P dan K pada petak omission optimal sesuai dengan rekomendasi setempat

Pertanaman pada *omission plot*, terutama yang tidak dipupuk N umumnya panen lebih cepat dibanding petak lainnya. Kendala yang mungkin timbul akibat perbedaan pertumbuhan tersebut adalah serangan tikus atau burung. Untuk mengantisipasinya dapat dilakukan antara lain dengan memagar plastik diluar *omission plot* dan memberikan penangkal burung dengan memasang net/alat lain maupun dengan cara penjagaan. Pilihan mana yang dapat digunakan sangat bergantung cara mana yang lebih efektif dan terjangkau dari segi biaya.

Jumlah *omission plot* yang diperlukan dalam satu hamparan sangat dipengaruhi antara lain oleh keseragaman baik kesuburan lahan maupun tingkat produksi padi yang dihasilkan. Makin beragam tingkat kesuburan lahan dan makin banyak jumlah *omission plot* yang diperlukan. Namun demikian, dalam satu hamparan yang relatif homogen yang luasnya ≤ 100 ha diperlukan 10-15 *omission plot*, dengan petani sebagai ulangan. Adapun waktu pembuatan *omission plot* disarankan pada musim dimana produksi padi paling tinggi dan cukup setiap 2-3 tahun sekali, dengan catatan apabila tidak terjadi perubahan teknologi yang berarti.

DAFTAR PUSTAKA

- Bremner, J.M., and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. *In: A.L. Page et al.*(Ed.) Method of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. ASA and SSSA, Madison, W.I.
- Cassman, K.G., and P.L. Pingali.1994. Extrapolating trends from long-term experiments to farmers fields: the case of irrigated rice systems in Asia. *In: Barnett et al.*(Ed.) Agricultural sustainability in economic, environmental and statistical terms. John Wiley & Son, Ltd., London. (inpress).
- De Datta, S.K. 1981. Principle and practices of rice production. John Wiley, New York Chichester, Brisbane, Toronto.
- Dobermann, A, K.G. Cassman, S. Peng, Pham Sy Tan, Cao Vhan Phung, P.C. Sta Cruz, J.B Bajit, M.A.A. Adviento, and D.C. Olk. 1996. Precision nutrient management in intensive irrigated rice systems. *Prec. Int. Sym Maximizing sustainable rice yield through improved soil and environmental management. Khon Kaen, Thailand* 133-154.
- Dobermann A, T Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management. International Rice Research Institute, MCPO Box 3127, Makati, Philippines.191p.
- Dobermann, A and P.F. White. 1999. Strategies for nutrient management in irrigated and rainfed lowland rice systems. *Nutrients Kluwer Academic Publ. IRRI.* 1-26.
- Ismunadji, M., I. Zulkarnaeni and M. Miyake. 1975. Sulphur deficiency in lowland rice in Java. *Contr. Centr. Res. Inst. Agri. Bogor* 14: 1-17
- Makarim, A.K. Irsal Las, A.M. Djulin, dan Sutoro. 1999. Penentuan takaran pupuk untuk tanaman padi berdasarkan analisis sistem dan model simulasi. *Agronomika.* 1(1): 32-39.
- Mombiela, F, J.J. Nicholaides and I.A. Nelson. 1981. A method to determine the appropriate mathematical form for incorporating soil test levels in fertilizer response models for recommendation purposes. *Agron J.* 73: 937-941.